Aus der Neurochirurgischen Abteilung der
Freien Universität im Klinikum Westend
Abteilungsleiter: Prof. Dr. Dr. Rolf Wüllenweber

ECHOENCEPHALOGRAPHISCH ERMITTELTE NORMALWERTE DES III. VENTRIKELS VOM 16. BIS 7o. LEBENSJAHR IN ABHÄNGIGKEIT VOM LEBENSALTER

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Helga Wilke-Burger
geb. Burger
aus Hüfingen

1974

Aus der Neurochirurgischen Abteilung der
Freien Universität im Klinikum Westend
Abteilungsleiter: Prof. Dr. Dr. Rolf Wüllenweber

ECHOENCEPHALOGRAPHISCH ERMITTELTE NORMALWERTE DES III. VENTRIKELS VOM 16. BIS 7o. LEBENSJAHR IN ABHÄNGIGKEIT VOM LEBENSALTER

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Helga Wilke-Burger
geb. Burger
aus Hüfingen

Referent: Priv. Doz. Dr. med. Thomas Grumme

Korreferent: Priv. - Doz. Dr. G. Bradac

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 27. 11. 1974

Meinen Eltern

Inhalt

I Einleitung

II Grundlagen

1. Der III. Ventrikel mit Berücksichtigung des gesamten Hirnkammernsystems
   a) Anatomie
   b) Entwicklungsgeschichte
   c) Luftencephalographische Darstellung

2. Die Echoencephalographie
   a) Historische Bemerkungen
   b) Physikalische Grundlagen, technische Anwendung
   c) Validität der Ergebnisse
   d) Ergebnisse in der Literatur

III Fragestellung

IV Material und Methode

V Ergebnisse

VI Diskussion

VII Zusammenfassung

VIII Literaturverzeichnis

Anhang: Abbildungen und Tabellen

I Einleitung

Die Variabilität der Ventrikelweite bei hirngesunden Menschen ist bisher noch nicht ausreichend systematisch untersucht worden. Dies erklärt sich aus der Tatsache, daß sich eine serienmäßig durchgeführte pneumencephalographische Untersuchungsreihe an einer gesunden Normalbevölkerung von selbst verbietet.

Die Echoencephalographie stellt eine nicht belastende, verhältnismäßig exakte Untersuchungsmethode dar, mit der sich nicht nur Verlagerungen der intrakraniellen Mittellinienstrukturen, sondern auch die Weite des Hirnkammersystems bestimmen lassen. In der hier vorgelegten Untersuchungsserie soll an einem größeren Probandengut mit Hilfe der Echoencephalographie der Frage nach der Weite des III. Ventrikels vom 16. bis 7o. Lebensjahr nachgegangen und ein spezieller Fragenkomplex abgeklärt werden.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546521_0080

II Grundlagen

I. Der III. Ventrikel mit Berücksichtigung des gesamten Hirnkammernsystems

a) Anatomie

Man unterscheidet morphologisch vier Hirnkammern, I. und II. Ventrikel (= Seitenventrikel), III. Ventrikel, IV. Ventrikel. Die Hirnkammern stehen miteinander in Verbindung und bilden ein zusammenhängendes Hohlraumsystem. In der Großhirnhemisphäre findet man symmetrisch angeordnet je einen Seitenventrikel, der sich aus folgenden Teilen zusammensetzt: Das Cornu anterius im Stirnlappen, die Pars centralis im Scheitellappen, das Cornu inferius sive temporalis im Schläfenlappen, das Cornu posterius im Hinterhauptlappen. Die Seitenventrikel stehen beidseits durch das Foramen intraventrikulare MONROE mit dem III. Ventrikel in Verbindung. III. und IV. Ventrikel kommunizieren über den Aquaeductus cerebri (SYLVII). Die 3. Hirnkammer wird mit Ausnahme des rostralen Teiles dem Zwischenhirn zugerechnet. Die Form des III. Ventrikels ist die eines tropfenförmigen Spaltes, der seitlich zwischen beiden Thalami eingebettet ist. Es finden sich basal und dorsalwärts verschiedene Ausbuchtungen, die sog. Recessus (Recessus triangularis, infundibuli, opticus, pinealis, suprapinealis). Auf Grund der spalt- bis tropfenförmigen Gestalt des III. Ventrikels ist ein maximaler und mehrere submaximale Querdurchmesser anzunehmen. Der Boden der 3. Hirnkammer wird vom Hypothalamus gebildet. Der vordere, zwischen beiden Foramina interventricularia gelegene Abschnitt des III. Ventrikels entspricht dem unpaaren Teil des distalen Endhirnventrikels (Pars impar ventriculi telencephali) und heißt darum Pars telencephalica ventriculi III. Nach vorn bilden die Lamina terminalis und Teile des Endhirns

(Columna fornicis, Commissura anterior) den Abschluß. Der IV. Ventrikel wird dem Rautenhirn zugeordnet. Sein Boden stellt die Rautengrube dar, das zeltförmige Dach bildet das Kleinhirn. Durch das Foramen MAGENDII und die seitlichen Foramina LUSCHKAE bestehen Verbindungen zur Cisterna magna und zum Subarachnoidalraum.
Die Innenwände des gesamten Hirnkammersystems überzieht Ependym, das teils aus kubischen, teils aus primatischen Epithelzellen mit Flimmerhaaren besteht. Die Plexus choreoidei im Cornu inferius des Seitenventrikels sowie des III. und IV. Ventrikels gelten als Produktionsstätte des Liquor cerebrospinalis.

b) Entwicklungsgeschichte

Aus dem Neuroektodern des Keimschildes wird die Neural- oder Medullarplatte induziert. Diese stellt die Anlage des Gehirns und Rückenmarks dar. Sie verdickt sich und entwickelt sich zum Neural- oder Medullarrohr. Nach Schluß des Medullarrohres tritt die Hirnanlage in Form der drei primären Gehirnbläschen in Erscheinung. Die Entwicklung des 5-Bläschenstadiums ist in die vierte Lunarwoche zu datieren. Damit ist die Grundlage für die Bildung aller Abschnitte des endgültigen Gehirns gelegt. Zu Beginn des zweiten Lunarmonats teilt sich die Endhirnblase in zwei Hemisphärenblasen, die von ihnen umschlossenen Hohlräume stellen die Vorstufe der späteren Seitenventrikel dar (Pars lateralis ventriculi telencephali), die bis auf das Foramen interventriculare (MONROE) allseits vom Hirngewebe umgeben sind. Die Kommunikation zwischen beiden Seitenräumen stellt das Foramen MONROE, das sich mit zunehmendem Alter verkleinert, über das Cavum MONROE sicher. Cavum MONROE und der Hohlraum des Zwischenhirns bilden später den III. Ventrikel. Am Ende des dritten Embryonalmonats ist die Anlage des Gehirns abgeschlossen. Die weitere Differenzierung verläuft halbringförmig. Hier schließt sich eine bogenförmige Entwicklung der Hohl-

räume an. Die späteren Seitenventrikel wachsen nach vorn, hinten und parietotemporal. Aus der neuroektodermalen Matrixzone des Hirnbläschens bildet sich die Ventrikelwand aus. Als Vorstufen der Ependymzellen sind die in dieser Matrix enthaltenen Ependymoblasten, die auch an der Entstehung der Plexusepithels beteiligt sind, anzusehen. Das Plexusstroma hingegen entstammt der Matrix primitiva. Die Entwicklung des Plexus chorioideus nimmt ihren Ausgang in der Area choreoidea an der medialen Wand des Hirnbläschens. Letzterer entwickelt sich zur Plica choreoidea, wohin das gefäßreiche Mesenchym der Pia mater primitiva einwächst. Die Ausbreitung des Adergeflechts erfolgt gleichzeitig mit der Hemisphärenentwicklung. Cornu anterius und posterius bleiben ausgespart vom Plexus choreoideus. Am Ende des dritten Monats sind die Ventrikel sehr weit, der Hirnmantel ist noch nicht ausgebildet. Marklagerbildung und Differenzierung der Rinde stehen noch aus. Vom vierten intrauterinen Monat an werden die Hohlräume zunehmend enger. Der III. Ventrikel, der zu diesem Zeitpunkt zwischen beiden Seitenventrikeln liegt und so das Bild des Balkenmangels vortäuscht, wandert nach caudal. Ab fünften Monat nähern sich die Ventrikelverhältnisse denen des Neugeborenen, dessen Ventrikelsystem normalerweise symmetrisch ist.

c) Luftencephalographische Darstellung

Erste Versuche, das Ventrikelsystem darzustellen, datieren aus dem Mittelalter. Bereits um 1500 injizierte LEONARDO DA VINCI flüssiges Bienenwachs in die Hirnkammer frischer Leichengehirne. WELCKER (1878) machte die gleichen Versuche mit Bienenwachs, ohne dabei zu ausreichenden Ergebnissen zu gelangen. Erfolg hatte RETZIUS (1900), dem es gelang, durch Injektion von WOOD'SCHEM Metall einen vollständigen Ausguß des menschlichen Hirnkammersystems anzufertigen. Ähnliche Untersuchungen mit dem gleichen Material führten später HARVEY (1910), TESTUT (1929) durch; LOCKE

(1929) gebrauchte zur Ventrikeldarstellung ein Celloidin-Aceton-Kampfer-Gemisch, TORKILDSEN (1934) Paraffin und De VET (194o) Hohlglas. Die Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungen gingen weit auseinander und waren nur mit Einschränkung anwendbar. Da es sich um postmortale Untersuchungen handelte, waren Übertragungen auf Verhältnisse in vivo nur bedingt möglich.

Die Einführung der Pneumencephalographie durch DANDY in Amerika (1918 Ventrikulographie, 1919 lumbale Luftencephalographie) und unabhängig von ihm in Braunschweig durch BINGEL (192o) sowie durch WILDEROE (1921) in Norwegen ermöglichte erstmals Aussagen über das Ventrikelsystem intra vitam.

Im Laufe der Jahre wurde die Untersuchungsmethode weiter entwickelt. Dabei wird je nach Lage des Falles Liquor durch lumbale, suboccipitale oder direkte Ventrikelpunktion entnommen und fraktioniert durch insufflierte Luft ersetzt. Durch besondere Lagerung des Patienten füllen sich die einzelnen Hirnkammern sowie der cisternale bzw. Subarachnoidalraum mit Luft und stellen sich im Röntgenbild übersichtlich dar. Dieses Untersuchungsverfahren hat heute seinen festen Platz in der klinischen Diagnostik zur Darstellung raumfordernder intrakranieller Prozesse sowie pathologischer Erweiterungen der Hirnkammern oder des Subarachnoidalraumes. Im Mittelpunkt der Diskussion über die Leistungsfähigkeit des diagnostischen Verfahrens stand von Anfang an die Frage nach Größe und Form des normalen Ventrikelbildes.

Unter dem Gesichtspunkt embryonaler Forschungsprobleme gewannen in den fünfziger Jahren postmortale Ventrikelabgüsse von foetalen Gehirnen an Wert. LAST/TOMPSETT (1953) untersuchten neben anderen Autoren fünf Foeten sowie 24 Erwachsene im Alter von 2o bis 8o Jahren, ohne daß dabei eine Abhängigkeit von der Weite des III. Ventrikels und des gesamten Ventrikelsystems gegenüber zunehmendem Lebensalter gefunden werden konnte; der Mittelwert für die

Breite des III. Ventrikels betrug 5,5 mm (Minimum 4 mm, Maximum 11 mm), für beide Geschlechter. Die Hirnmanteldicke im Bereich der Seitenventrikel war bei Männern geringer ausgeprägt.

Die generelle Schwierigkeit, Normalwerte für das Ventrikelsystem, im besonderen des III. Ventrikels, durch luftencephalographische Reihenuntersuchungen an einem großen Zahlenmaterial neurologisch-psychiatrisch gesunder Probanden zu erheben, besteht darin, daß sich die Pneumencephalographie als belastender Eingriff ohne zwingende Indikation bei vermuteten Krankheitsprozessen verbietet. Als gangbarer Ausweg wurde versucht, durch Auswertung der Ventrikelbilder von Patienten ohne neurologischen Befund und mit wahrscheinlich nur funktionellen Beschwerden das Problem Normalwerte, Beziehung zwischen Lebensalter und Ventrikelweite zu lösen.
HEINRICH (1939/41) setzte sein Untersuchungsmaterial aus Begutachtungsfällen wegen Neurosen, Kopfschmerz, Schwindel nicht neurologischer Natur zusammen. WOLFF/BRINKMANN (1940) verwandte Material aus Gutachten wegen Mikrotraumen sowie Fällen von vasomotorischem Kopfschmerz und Migräne. FINK (1960) ging den Fällen mit psychoreaktiven Störungen nach. HUBER (1961) suchte sich das gleiche Krankengut aus, führte jedoch einschränkend an, daß sich durchaus hinter funktionell anmutenden Beschwerden und Störungen hirnatrophische Prozesse verbergen können. Hierin stimmten BERINGER/MALLISON (1949) mit ihren Untersuchungen über vorzeitige Versagenszustände sowie chronisch atrophische Prozesse im mittleren Lebensalter überein. FALK/SILFVERSKJÖLD (1955) untersuchten insgesamt 58 Patienten mit normalem neurologischen Status und unter Ausschluß eines Kopftraumas in der Anamnese, von denen 19 Fälle ein pathologisches encephalographisches Ergebnis boten. Eine kritische Einstellung gegenüber der Brauchbarkeit eines derartigen Ausgangsmaterials erscheint gerechtfertigt. Selbst wenn man nach HEINRICH (1939/1941) die Indikation zur

Encephalographie sehr weitherzig stellt, dürften sich doch aus Vorgeschichte und Befund ausreichende Hinweise zur Durchführung dieser diagnostischen Maßnahme ergeben haben. Somit erlauben diese Untersuchungsreihen nur beschränkt Aussagen. WOLFF/BRINKMANN (194o), FINK (196o), BERINGER/MALLISON (1949), FALK/SILFVERSKJÖLD (1955) teilten keine Normalwerte für die Weite der 3. Hirnkammer mit. Bemerkenswert ist außerdem, daß das Hauptinteresse der meisten Autoren weniger auf den III. Ventrikel als auf das gesamte Ventrikelsystem einschließlich Oberfläche und Zisternen gerichtet war. Vom rein Mathematisch-Statistischen her, galt vielmehr dem Seitenventrikel, besonders der Cella media, das besondere Augenmerk.
ABRAMOWITSCH/WINKLER (193o) gaben auf Grund von Untersuchungen an 6o Imbezillen, Psychotikern und Epileptikern für die Weite der 3. Hirnkammer einen Wert von 4,1 bis 6,8 mm an. HEINRICH (1939/41) kam zu der Auffassung, daß die Ventrikelgröße sowohl der 3. Hirnkammer als auch der Seitenventrikel vom 2o. bis 6o. Lebensjahr mehr oder minder gleich bleibt, danach bis zum 64. Lebensjahr langsam und anschließend im Sinne des sog. "Altersknicks" zunimmt. Er belegte seine Werte anhand von planimetrischen Messungen der Ventrikeloberfläche und des Gehirns an 82 "neurologisch gesunden Personen". DAVIDOFF und DYKE (1951) ermittelten auf Grund ihres repräsentativen Materials von 8ooo neurologischen Patienten aller Altersstufen einen Normbereich von 2 bis 8 mm für den III. Ventrikel. SCHIERSMANN (1952) sieht eine Ventrikelweite über 5 mm als pathologisch an, ohne nähere Angaben über das Lebensalter zu machen. NÜRNBERGER/SCHALTENBRAND (1955) geben bei 32 psychiatrisch-neurologischen Patienten im Alter von 2o bis 3o Jahren einen Normbereich von 3 bis 6 mm an. Auf Grund ihrer Untersuchungen schlossen sie auf eine Korrelation zwischen der Größe des III. Ventrikels und des Schädeldurchmessers. BRUIJN (1959) stützte seine Aussage auf die Untersuchung von 163 Pro-

banden, die Altersgruppen sowohl unter als über 2o Jahre umfassend. Er konnte keinen statistischen Zusammenhang zwischen Alter und Ventrikelgröße finden. Die durchschnittliche Weite der 3. Hirnkammer betrug bei 1o2 männlichen Personen 8,8 mm, bei 61 weiblichen Personen 7,2 mm. ENGESET/SKRAASTAD (1958) fanden auf Grund der Untersuchung von 2o3 neurologisch-psychiatrischen Patienten im Alter von 6 bis 75 Jahren eine mittlere Weite des III. Ventrikels von 6,2 mm. Mit steigendem Lebensalter war eine kontinuierliche Zunahme der Breite des III. Ventrikels nachweisbar. Bei 56 - 65-jährigen wurde ein Mittelwert von 11,2 mm errechnet. Auffällig war die geringere Weite beim 66- bis 75-jährigen mit 1o,9 mm. HUBER (1961) sah einen Querdurchmesser des III. Ventrikels von 7,o mm als oberen Grenzwert an. Er war der Meinung, daß das Ventrikelsystem des weiblichen Geschlechts kleiner sei als das des Mannes, er hielt einen Querdurchmesser von über 7 mm bei Frauen vor dem 5o. Lebensjahr für pathologisch. LAUBER (1965) schlüsselte statistisch getrennt nach Männern und Frauen ein Untersuchungsmaterial von 558 Patienten im Alter von 15 bis 74 Jahren auf. Es setzte sich aus Schwachsinnigen, Alkoholikern, Schizophrenen, Epileptikern und Neurotikern zusammen. Die Ergebnisse der Mittelwerte lagen zwischen 5,1 und 6,6 mm mit Abweichungen zwischen den Geschlechtern. SCHULZE (1966) unternahm den Versuch, Normwerte für eine psychiatrisch-neurologisch gesunde Bevölkerungsgruppe aufzustellen. Er pneumencephalographierte 212 Leichen, bei denen anamnestisch neurologisch-psychiatrische Leiden, Schädelhirntraumen und entzündliche Hirnerkrankungen ausgeschlossen waren. Das Alter der Probanden betrug drei Monate bis 95 Jahre. 75 Prozent der Fälle waren 6o Jahre und älter. Nach den Ergebnissen von SCHULZE (1966) findet bis zum 6o. Lebensjahr eine kontinuierliche Erweiterung des Ventrikelsystems statt, danach nimmt die Streuung zu. Die Untersuchung wurde getrennt nach weiblichem und männlichem Geschlecht durchgeführt. Bei den Frauen stellte

er zwischen dem 4o. und 59. Lebensjahr einen Mittelwert für die Breite des Ventrikels von 5,5 mm, bei den 6o- bis 69jährigen und bei den 7o- bis 79jährigen einen Mittelwert von 9,3 mm fest. Die Meßwerte bei den Männern lagen in allen Altersstufen um 1,5 bis 2,5 mm höher. Beide Geschlechter wiesen eine sprunghafte Zunahme der Ventrikelweite im 7. Lebensjahrzehnt und ein Konstantbleiben der Werte in den nachfolgenden Jahren auf.

Die Untersuchungen von BORGERSEN (1966) basierten auf loo Probanden und loo postmortalen Ausgüssen. In beiden Gruppen hatten die Männer einen um 1,6 bis 1,9 mm weiteren III. Ventrikel als die Frauen. Der Autor komplettierte seine Untersuchungsergebnisse, indem er der Frage nachging, ob Unterschiede in der Weite der 3. Hirnkammer bei getrennter Betrachtung des vorderen und hinteren Anteils derselben nachzuweisen seien. Er fand bei lebenden Patienten einen durchschnittlich 1,1 bis 1,2 mm größeren hinteren Anteil des III. Ventrikels. Bei den postmortalen Ausgüssen war derselbe Unterschied lediglich maximal o,4 mm.

PELTONEN (1962) berichtete über eine Untersuchung des III. Ventrikels an 644 neuropsychiatrisch Kranken. Seine Ergebnisse sind nur mit Einschränkung auf normale Probanden zu übertragen. Er ist der Ansicht, daß die Weite des III. Ventrikels im Laufe des Lebens nicht zunimmt und das weibliche Geschlecht eine kleinere Hirnkammer habe als das männliche. Auch von VINKEN/STRACKEE (196o) sowie NELSON et al (1964) wird eine Linearität zwischen Zunahme der Breite des III. Ventrikels und ansteigendem Alter abgelehnt. Bemerkenswert ist jedoch die Tatsache, daß VINKEN/STRACKEE (196o) ihr Hauptgewicht allerdings auf Messungen des Seitenventrikels, speziell der Cella media, legten. NELSON et al (1964) standen bei der Untersuchung nur ein relativ kleiner Personenkreis zur Verfügung (3o Patienten mit cerebralen Bewegungsstörungen gegenüber 4o gesunden Probanden im Alter von 16 bis 71 Jahren).

Lediglich bei einem männlichen Krankengut mit Bewegungsstörungen fanden sie einen linearen Anstieg der Ventrikelweite mit zunehmendem Alter. Das männliche Geschlecht hatte in beiden Gruppen, sowohl der der gesunden Probanden als der der Bewegungsgestörten, eine größere Breite des III. Ventrikels als das weibliche. Seltener sind pneuencephalographische Untersuchungen der 3. Hirnkammer bei alten Menschen. ENGESET/LÖNNUM (1958) ermittelten bei 9 neurologisch-psychiatrischen Patienten zwischen 66 und 75 Jahren einen Mittelwert für die 3. Hirnkammer von 1o,6 mm. LAUBER (1965) errechnete bei 55- bis 74-jährigen Probanden einen Mittelwert von 6,6 mm bei einem Normbereich von 3,o bis 1o,o mm für die Weite des III. Ventrikels.
Hinweise auf Normwerte für die Weite der 3. Hirnkammer finden sich allerdings ohne klinische Daten wiederholt in der Literatur. Diese sind in Tabelle I zusammengefaßt.+ Die Tabelle II enthält dagegen die Normwerte von Autoren, die zusätzliche Einteilungen nach Alter und Geschlecht vornahmen.

+ Der besseren Übersicht wegen sind alle Tabellen und Abbildungen am Schluß der Arbeit im Anhang zusammengefaßt.

2. Die Echoencephalographie

a) Historische Bemerkungen

Bereits 1937 wurden von DUSSIK Untersuchungen über die diagnostische Anwendung des Ultraschalls mittels Absorptionsdarstellung vorgenommen. Aus diesen Versuchen resultiert in den Jahren 1941 bis 1947 die Hyperphonographie, ausgehend von der Voraussetzung, daß im Liquor nur eine geringe Abschwächung, im Hirngewebe dagegen eine größere Dämpfung erfolgt. BALLANTINE et al (195o) überprüften diese Methode eingehend mit der Feststellung, daß die Durchschallung eine Darstellung des Ventrikelsystems auch ohne Luft ermögliche. GÜTTNER et al (1952) gingen der Sache weiter nach und fanden, daß bereits die Dickenschwankungen des Schädelknochens ein stark strukturiertes Bild erzeugen. Die von den Hirnkammern herrührenden Schwächungsminderungen seien nicht mehr erkennbar, eine formgetreue Ventrikeldarstellung unmöglich. Auf Grund dieser Einwände gaben 1954 BALLANTINE et al ihre Durchschallungsversuche weitgehend auf. Zunächst schien die Möglichkeit des Ultraschallechoverfahrens wenig erfolgversprechend. Zwar wurde es in diesem Zusammenhang von GOHR/WEDEKIND (194o) zur Diskussion gestellt, Ergebnisse wurden indessen nicht bekannt.
KEIDEL (1947) bezweifelte zwar die Anwendbarkeit des Echolots am Menschen nicht völlig, vertrat aber die Meinung, daß bei sehr starkem Schallenergieverlust und den dadurch bedingten, außerordentlich technischen Aufwand die diagnostischen Möglichkeiten kaum lohnend seien. 1955 stellte die amerikanische Atomenergiekommission fest, daß auf Grund der hohen Absorption durch die Schädelknochen das Ultraschallechoverfahren am Schädel nicht anwendbar sei.

LEKSELL (1955/1956) gebührt das Verdienst, Ultraschalluntersuchungen im Sinne eines Impuls-Reflexions-Verfahrens am intakten Schädel als diagnostische Bereicherung bei raumfordernden intracraniellen Prozessen eingeführt zu

haben. Er prägte auch den Namen Echoencephalographie. Anfangs galt das Interesse lediglich dem Mittellinienecho. Als Quelle des Mittelechos wurde die verkalkte Epiphyse, der hintere Teil des III. Ventrikels und das Septum pellucidum angesehen. LEKSELL (1955/1956), GORDON (1958), JEPPSON (1960/1961), LITHANDER (1961), De VLIEGER/RIDDER (1959), gelang es im Bereich der Mittellinie ein doppelgipfliges Echo nachzuweisen. LITHANDER (1961) führte durch Markierung mit Nadeln den Beweis, daß dieses von den Wänden des III. Ventrikels stammt.

b) Physikalische Grundlagen, technische Anwendung

Der bei der Echoencephalographie verwandte Ultraschall wird durch das piezoelektrische Verfahren erzeugt. Ultraschallwellen werden wie Lichtstrahlen von Grenzflächen verschiedener Medien reflektiert. Das Ausmaß der Reflektion ist dabei abhängig von der akustischen Impedanz verschiedener Medien. Unter akustischer Impedanz versteht man das Produkt aus Dichte und Schalleitungsgeschwindigkeit. Wo Medien verschiedener Dichte und Schallgeschwindigkeit zusammenstoßen, entstehen Grenzflächen, die Schallwellen reflektieren. Für diese Reflexionen gelten die Gesetze der Optik, deren wichtigstes für die Echoencephalographie besagt, daß der Einfallswinkel gleich dem Ausfallswinkel ist. Bei senkrechtem Auftreffen im Winkel von 90 ^{o} eines Ultraschallstrahls auf eine Grenzfläche zwischen 2 verschiedenen Medien wird ein Maximum an Ultraschallenergie reflektiert. Bei dem in der Echoencephalographie angewandten piezoelektrischen Verfahren wird eine elektrische Wechselspannung an bestimmte Kristalle, z. B. Bariumtitanat angelegt; diese werden dabei im Rhythmus der aufgeprägten Schwingung verformt. Diese mechanische Schwingung bewirkt die Abstrahlung von Ultraschall, umgekehrt können diese Kristalle die auftretenden akustischen Wellen

in elektrische Energie verwandeln, so daß sie als elektroakustische Wandler arbeiten, d.h. der in einem sog. Prüfkopf enthaltene Kristall ist gleichzeitig Sender und Empfänger. Angewandt werden in der Schädeldiagnostik Prüfköpfe mit einem Frequenzbereich von 1-6 MHz, meist 2 MHz. Die von einem Prüfkopf aufgefangenen Reflexionen werden auf einem Oszillographenschirm sichtbar gemacht. Die Wegstrecke, die die reflektierte Ultraschallmenge vom Reflexionsort bis zum Prüfkopf durchläuft, entspricht dem Abstand vom Nullpunkt der Bildschirmskala bis zum Beginn der senkrechten Auslenkung auf der BRAUN'SCHEN Röhre. Maßangaben bezüglich der Lage der reflektierenden Grenzflächen ernält man durch Eichen der Skala in Zentimeter oder Millimeter Gewebe. Bei der temporalen Beschallung des Schädels tritt je nach der verwandten Schallintensität eine Reihe von Kathodenstrahlauslenkungen, sogenannte Echos, auf. Wenn man den Prüfkopf bitemporal 1-2 cm oberhalb des Ohres unter Umständen mit Kippen etwas nach vorn oder hinten anlegt, erhält man folgende Reflexion:

1. Das Initialecho.
   Dies setzt sich zusammen aus Sendeimpuls, der durch elektrische Potentialschwankungen am Kristall hervorgerufen wird und den Reflexionen, die an Haut, Muskel, Knochen direkt unter dem Prüfkopf entstehen.

2. Das Endecho.
   Dabei handelt es sich um einen Komplex von Reflexionen, der an den gleichen Strukturen der gegenüberliegenden Schädelseite zustande kommt, wobei der erste Anstieg der Durainnenfläche zuzuschreiben ist.

3. Das Mittellinienecho.
   Bei geeigneter Beschallungsrichtung lassen sich statt des Mittelechos an der Mittellinie ein doppelgipfliges Echo ableiten, das von den Wänden des III. Ventrikels herrührt. Durch Abmessung der Differenz beider Echoauslenkungen an deren Basis ist eine Berechnung der Weite der 3. Hirnkammer möglich. Typischerweise lassen sich

häufig für das doppelgipflige Echo des III. Ventrikels pulssynchrone und einander gegenläufige Pulsationen der beiden Auslenkungen nachweisen. Mitunter umgibt das doppelgipflige Echo symmetrisch das Mittellinienecho, so daß ein dreigipfliger Komplex entsteht.

Bei leichten vertikalen Kippbewegungen des Prüfkopfes kommt es zum Alternieren der Echoamplituden des Doppelechos, hervorgerufen durch die sich ändernden Reflexionsbedingungen an den unterschiedlich gekrümmten Wänden des III. Ventrikels. In seltenen Fällen lassen sich zwischen den beiden Reflexionen der 3. Hirnkammer zusätzlich zwei Echos von den Wänden des Cavum septi pellucidi ableiten, so daß ein viergipfliger Mittellinienkomplex zur Darstellung kommt.

c) Validität der Ergebnisse

Obgleich die Echoencephalographie als eindimensionales Verfahren über die besondere Verformung einzelner Abschnitte des Ventrikelsystems nur in seltenen Fällen eine Aussage machen kann und ihr Untersuchungsbereich auf Grund anatomischer Gegebenheiten auf die bitemporale Beschallungsrichtung beschränkt ist, herrscht Einmütigkeit über die Aussagekraft der Methode bei symmetrischer Ventrikelerweiterung, besonders der 3. Hirnkammer. Technisch bietet die Echoencephalographie gegenüber der Pneumencephalographie zwangsläufig Vorteile, darüber hinaus ist sie jedem Patienten unabhängig von Alter und Gesundheitszustand zumutbar. Zahlreiche Untersuchungen liegen über den Vergleich echo- und pneumencephalographischer Messungen vor. SCHIEFER et al (1963) fanden bei 56 ihrer Patienten bis zu 40 % höhere Werte im PEG. Als Erklärung führten sie die Divergenz der Röntgenstrahlen an. SCHIEFER/KAZNER (1967) konnte nach Einführung eines Umrechnungsfaktors bei 187 Patienten in 97,8 % eine völlige Übereinstimmung (Toleranz ± 1) erzielen.

KRÜGER et al (1967/1968) korrigierten die projektionsbedingten Verzeichnungen von Röntgenbildern durch einen Umrechnungsfaktor, der sich aus dem Fokus-Plattenabstand und Objekt-Plattenabstand errechnete. Sie fanden bei einer Serie von 52 Fällen eine hohe Übereinstimmung. Sie überprüften eigene Ergebnisse an einem erweiterten Untersuchungsgut von 7o Fällen. Berücksichtigt wurden nicht nur die im PEG gemessenen Querdurchmesser der 3. Hirnkammer, die nach NÜRNBERGER/SCHALTENBRAND (1955) generell mit einem projektionsbedingten Verzeichnungsfehler belastet sind, sondern vor allem rechnerisch ermittelte unverzeichnete Meßwerte. Sie fanden wiederum einen hohen Zusammenhang zwischen pneum- und echoencephalographisch bestimmten Querdurchmessern des III. Ventrikels.
BETZ/HUBER (1968) sowie SCHÜTTLER/HUBER (197o) legten ähnliche Ergebnisse vor. FLIEGE et al (1968) stützten diese Resultate. Sie stellten bei 6o Probanden eine statistisch gesicherte Korrelation fest. Während 28 % der Fälle keine Differenzen aufwiesen, lag bei einer Toleranz von $\pm$ 2 mm eine Übereinstimmung von 96 % vor. Die Ergebnisse der verschiedenen Autoren sind in Tabelle III aufgegliedert.
SCHÜTTLER/HUBER (197o) erklärten die abweichenden Resultate am Echo-EEG und PEG nicht durch projektionsbedingte Verzeichnung, sondern führten sie vielmehr auf inadäquate Meßpunkte beim Echogramm zurück. Bedingt durch die Tropfenform des III. Ventrikels (GROSSMANN 1966) werden oft submaximale Durchmesser bestimmt. KRÜGER et al (1968) versuchten diese Fehlerquelle dadurch weitgehend auszuschließen, daß sie stets mehrere Ableitungen durchführten. Sie leiteten 14 bis 15 Echogramme pro Proband ab und kamen dabei zu der Feststellung, daß im Durchschnitt der größte

Querdurchmesser auf einem der ersten sechs Echomessungen erfaßt werde.
KOURA (197o) stellte eine völlige Übereinstimmung von Echo- und Pneumencephalogramm in 92 % fest, wenn er einen viergipfligen Mittellinienkomplex - also unter Ermittlung des Cavum septi pellucidi - nachweisen konnte. Bei Ableitung der beiden Wände des III. Ventrikels ergab sich eine absolute Korrelation von 68,4 %.
Die Untersuchungen von SPENGOS et al (197o) wiesen beim Vergleich echoencephalographischer und tomographischer Befunde der 3. Hirnkammer eine hohe Korrelation auf, selbst bei der Gegenüberstellung verschiedener Anteile des III. Ventrikels. Zu ähnlich guten Ergebnissen kamen SCHLAGENHAUFF et al (1971), die bei einem echo- und pneumencephalographischen Vergleich von loo Probanden in 75 % übereinstimmende Werte erhielten.
OBERSCHULTE-BECKMANN/OTTO (1972) bezweifelten auf Grund von vergleichenden echoencephalographischen, röntgenologischen und anatomischen Untersuchungen am III. Ventrikel von Leichengehirnen, daß eine Messung der Weite der 3. Hirnkammer echoencephalographisch möglich sei und maßen der Methode höchstens Schätzwert bei. Ihrer Meinung nach kann ein Echoencephalogramm erst bei einer Weite des III. Ventrikels von 7,o mm und darüber hinaus abgeleitet werden.
KAZNER/MAIER-HAUFF (1972) widerlegten diese Arbeit von OBERSCHULTE-BECKMANN/OTTO (1972), indem sie experimentell nachwiesen, daß die Trennschärfe bei der Differenzierung zweier nahe beieinanderliegender Echos von zwei Grenzflächen bei etwa 3 mm liegt. Die gleichen Autoren führten an, daß man durch tomographische Untersuchungen mit Luft den Nachweis beträchtlicher Differenzen in der Lumenweite zwischen dem vorderen, mittleren und hinteren Anteil des

III. Ventrikels erbringen kann. Um unter optimalen Bedingungen echo- und pneumencephalographische Methoden zu vergleichen, sei es erforderlich, daß das Doppelecho mit dem größten Abstand von den Wänden des III. Ventrikels möglichst sicher erkannt wird. Erneut überprüften sie die Frage nach der Übereinstimmung von Pneum- und Echoencephalogramm. Ihre Untersuchungen an loo Patienten mit raumfordernden Prozessen der hinteren Schädelgrube ergaben unter Verwendung eines III. Ventrikelindexes (Verhältnis bitemporaler Kopfdurchmesser größte Breite des III. Ventrikels) eine hoch signifikante Korrelation. Nach Meinung von BETZ/HUBER (1967), FLIEGE et al (1968) sowie SCHÜTTLER/HUBER (197o) ist in einem kleinen Prozentsatz der Fälle die Weite des III. Ventrikels im PEG kleiner als im Echogramm. Im allgemeinen trifft jedoch das Umgekehrte zu, eine Tatsache, die sich aus der vergrößernden Verzeichnung des Pneumencephalogramms oder der echoencephalographischen Ableitung eines submaximalen Querdurchmessers erklärt. Die genannten Autoren lassen jedoch eine bindende Erklärung dieses Phänomens offen. Zu diskutieren wäre die Möglichkeit einer mehr diagonalen als transversalen Durchschallung der 3. Hirnkammer. KRÜGER (197o) sah die Schwierigkeit vergleichender echo- und pneumencephalographischer Studien darin, daß durch die fraktionierte Luftencephalographie das Ventrikelsystem als ganzes deutlich vergrößert würde. Dem stimmten LIM/POTTS (1972) durch entsprechende Befunde auf pneumencephalographischem Gebiet zu. FLIEGE et al (1968) hingegen bezweifelten auf Grund ihrer echoencephalographischen Untersuchungen den Nachweis einer signifikanten Größenänderung durch das Pneumencephalogramm (PEG). KRÜGER et al (1967/1968) und KRÜGER (197o sind der Meinung, daß das Echoencephalogramm den exakteren Befund bezüglich der richtigen Weite des III. Ventrikels gibt, da eine Verformung der Anatomie bei dieser Methode nicht zu erwarten sei.

Der größte Teil der Autoren vertritt trotz unterschiedlicher Auffassung in Details einhellig die Meinung, daß durch echoencephalographische Untersuchungen verbindliche Normwerte für die Weite des III. Ventrikels zu erhalten sind. Unumgänglich ist dabei jedoch die Forderung, daß zur Ermittlung korrekter Befunde ausreichende Erfahrung des Untersuchers und peinlich genaue Einhaltung der Abteilungstechnik nötig sind, wie es in der Monographie von SCHIEFER/KAZNER (1967) und PIA/GELETNEKY (1968) und unlängst von KAZNER/MAIER-HAUFF (1972) genau ausgeführt worden ist.

Abschließend bleibt somit zu sagen, daß die Schwierigkeiten beim Vergleich von luft- und echoencephalographischen Ergebnissen folgendermaßen erklärt werden können:

1. durch projektionsbedingte Unsicherheiten in der Ausmessung des Luftencephalogrammes
2. durch inadäquate Ableitungspunkte im Echoencephalogramm
3. durch anatomische Unterschiede in der Weite des III. Ventrikels.

d) Ergebnisse in der Literatur

SCHIEFER/KAZNER (1963) untersuchten 129 Probanden verschiedener Altersstufen (von 1 Tag bis 9o Jahre); sie registrierten Ventrikelweiten von 3 bis 6 mm und schlossen aus ihren Ergebnissen, daß vor dem 6o. Lebensjahr eine Weite der 3. Hirnkammer über 7 mm als pathologisch zu werten sei. Die von den genannten Autoren gemessenen Normwerte sind in einem Diagramm ihrer Monographie (SCHIEFER/KAZNER 1967), das die Entwicklung des Normbereiches vom Neugeborenen bis zum 8o. Lebensjahr veranschaulicht, festgelegt. Das Probandengut setzte sich aus 28o gesunden Patienten (144 Kinder, 136 Erwachsene) zusammen. Aus dieser graphischen Darstellung ist ein kontinuierlicher An-

stieg der Breite der 3. Hirnkammer zu ersehen, allerdings sind ihr detaillierte Angaben über die zahlenmäßige Verteilung des Materials nicht zu entnehmen.
Der von FEUERLEIN/DILLING (1967) ermittelte Normbereich lag in den Altersgruppen zwischen 18 und 3o Jahren bei 3,5 bis 6,3, der Mittelwert bei 5,1 mm. Sie fanden im Gegensatz zu den jüngeren Erwachsenen von 18 - 3o Jahren bei 5o Probanden zwischen 7o und 93 Jahren einen signifikanten Unterschied. Der Mittelwert betrug hier 7,2 mm, der Normbereich lag zwischen 4,2 bis 1o,2 mm. Auffällig war die Asymmetrie der Verteilungskurven mit Verlagerung in Richtung höherer Werte. Nach FEUERLEIN/DILLING (1967) beruht diese sog. positive Schiefe in der Ventrikelverteilungskurve auf klinisch nicht manifesten Krankheiten mit hirnatrophischen Prozessen. Die genannten Autoren halten auf Grund ihrer Ergebnisse ein lineares Ansteigen der Weite des III. Ventrikels für nicht gegeben bzw. wahrscheinlich.
KRÜGER et al (1967) und KRÜGER (1972) erfaßten 137 Probanden der Altersgruppe zwischen 16 und 7o Jahren. Sie stellten eine lineare Beziehung zwischen Alter und Ventrikelweite sowie eine größere Streubreite der Befunde mit steigendem Alter fest. Sie ermittelten folgenden Normbereich: 16-3o Jahre (27 untersuchte Personen) 3,5-4,3 mm, 3o-4o Jahre (32 Personen) 4,5-1o,1 mm, 6o-67 Jahre (18 Personen) 5,7-9,1 mm. Die Probanden waren nicht nach Geschlechtern aufgeschlüsselt. (vgl. Tabelle).
HUBER/PATIRI (1967) und HUBER et al (1968) werteten die Untersuchungsergebnisse nach männlichen und weiblichen Probanden unterteilt aus. Sie stellten signifikante Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern fest. HUBER et al (1968) untersuchten 11o männliche Personen im Alter von 18-3o Jahren. Sie stellten einen Mittelwert von 5,5 mm sowie einen Normbereich von 4,6-6,4 mm fest. HUBER/PATIRI (1967) ermittelten bei ihren Untersuchungen an 1oo weiblichen Patienten im Alter von 18-45 Jahren folgende Ergebnisse: Weite der 3. Hirnkammer bei 51 Patienten weiblichen

Geschlechts im Alter von 18-27 Jahren Mittelwert 4,9 mm, Normbereich 4,1-5,8 mm; III. Ventrikel von 49 Patienten weiblichen Geschlechts im Alter von 28-45 Jahren Mittelwert 5,5 mm, Normbereich 4,6-6,3 mm. Diese Autoren teilten als einzige bisher eine Regressionsgerade für die Beziehung zwischen Alter und Weite des III. Ventrikels mit. Zum Vergleich beider Geschlechter können bei den oben angegebenen Autoren lediglich die Ergebnisse der Altersgruppe zwischen 18 und 28 Jahren herangezogen werden. In dem genannten Altersbereich hat das weibliche Geschlecht einen um durchschnittlich o,6 mm kleineren III. Ventrikel. Weitere Angaben über die Geschlechtsunterschiede in der Ventrikelgröße fanden sich in der Literatur nicht. Nach Mitteilung von HUBER et al (1967) ließen sich Meßwerte über 7 mm für den III. Ventrikel in den von ihm untersuchten Altersgruppen nicht feststellen. Wie SCHIEFER et al (1963) ließen sie diesen Wert als obere Grenze zumindest bis ins 5. Dezenium gelten. GRUMME (1972) untersuchte 226 Probanden jenseits des 7o-Lebensjahres. Für die Gruppe der 7o-75-jährigen errechnete er einen Mittelwert von 7,4 mm und einen 95 %-Bereich von 6-1o mm. PANTSCHENKO (1967) bestimmten bei 1o5 Gesunden ohne Altersangabe eine Ventrikelweite von 2-6 mm. SPENGOS et al (197o) fanden bei 2o Echogrammen, die gleichzeitig pneumencephalographisch kontrolliert werden, einen Mittelwert von 7,2 mm, eine Altersangabe fehlte. Weitere echoencephalographische Reihenuntersuchungen an größeren Probandengruppen liegen nicht vor.

III Fragestellung

In den bisherigen echoencephalographischen Arbeiten über das Ventrikelsystem im Erwachsenenalter (SCHIEFER/KAZNER (1967), FEUERLEIN/DILLING (1967), KRÜGER et al (1968), KRÜGER (1972), HUBER und Mitarb. (1967/1968) finden sich Befunde über ein zahlenmäßig geringes und altersmäßig breitgestreutes Probandengut. Aus diesem Grunde soll die Weite des Hirnkammersystems respektive des III. Ventrikels im Erwachsenenalter an einem größeren Kollektiv systematisch untersucht werden. Es gilt, folgende Fragenkomplexe zu klären:

1. Vergrößert sich die Weite des III. Ventrikels mit zunehmendem Alter?
2. Besteht ein linearer Zusammenhang zwischen Lebensalter und Ventrikelweite?
3. Bestehen bei Erwachsenen Unterschiede in der Weite des III. Ventrikels zwischen weiblichem und männlichem Geschlecht?
4. Gibt es eine positive Schiefe in der Verteilungskurve?
5. Wie verhalten sich die Normbereiche bei zunehmendem Alter?
6. Welche synoptische Betrachtungen erlauben die Ergebnisse in der Altersgruppe von 16 bis 7o Jahren?
7. Lassen sich von anderen Autoren bisher noch nicht errechnete Regressionsgeraden (Ausnahme HUBER/PATIRI (1967) bei 18- bis 45-jährigen Frauen) ermitteln?
8. Welche oberen Grenzwerte sind in den einzelnen Altersgruppen für die Weite des III. Ventrikels anzunehmen?

IV Material und Methode

Die Arbeit stützt sich auf echoencephalographische Untersuchungen bei 657 hirngesunden Probanden beiderlei Geschlechts im Alter von 16-7o Jahren.
Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich von Dezember 1971 bis Februar 1973. Dazu wurde ein Ultraschallgerät der Firma SIEMENS-REINIGER AG (Echoencephalograph nach KRAUTKRÄMER Typ USM 1) verwandt; eindimensionales Meßverfahren bei bitemporaler Beschallung. Prüfkopf: Durchmesser 15 mm, Frequenz zumeist 2 MHz, nur in wenigen Fällen 1 MHz. Dokumentation mit einer Polaroidlandkamera, als Kopplungsmittel wurde Aquasonic benutzt. Die Ausmessung der Weite des III. Ventrikels erfolgte mit Hilfe eines Stechzirkels an der Basis der Echoauslenkung durch Übertragung auf Millimeterpapier. In unklaren Fällen wurden mehrere Echo-Ableitungen vorgenommen.
Das Probandengut setzte sich aus 342 Männern und 315 Frauen zusammen. Es handelt sich um hirngesunde Leute aus dem Kreise der Pfleger, Angestellten und Ärzte des Klinikums Westend, ferner um Probanden aus Lehrlingswerkstätten, Schwesternschüler- und -schülerinnen sowie um Patientenbesucher. Sofern Patienten sich zur Ventrikelmessung zur Verfügung stellten, wurde streng darauf geachtet, daß die Anamnese hinsichtlich neurologischpsychiatrischer und neurochirurgischer Erkrankungen leer war.
Die stationären Patienten rekrutierten sich aus der Chirurgie, HNO, Augen- und Inneren Abteilung.
Die Probanden wurden in Altersgruppen eingeteilt:

Gruppe A	16-2o Jahre
Gruppe B	21-3o Jahre
Gruppe C	31-4o Jahre
Gruppe D	41-5o Jahre
Gruppe E	51-6o Jahre
Gruppe F	61-7o Jahre

Es wurde jeweils eine Untergruppe für das männliche und weibliche Geschlecht gebildet, wobei jede Gruppe mindestens

5o Männer und 5o Frauen umfaßte.
Es wurden folgende statistische mathematische Berechnungen vorgenommen: Mittelwert, Zentralwert, 8o %- und 95 %-Bereich, Spannweite. Darüber hinaus wurde mittels des WILCOXON-Testes für 2 Stichproben geprüft, ob Unterschiede bezüglich der Weite der Hirnkammern zwischen beiden Geschlechtern bestehen. Zur Frage der Geschlechtsdifferenz wurden aus den ausgewählten Altersklassen mit dem WILCOXON-Test für 2 Stichproben die 6o-7o-jährigen herangezogen, da hier die Differenz am ausgeprägtesten schien. Dieser Test fordert keine Voraussetzung hinsichtlich der Verteilung und konnte daher angewandt werden. Als Signifikanz wurde das 5 %-Niveau gewählt.
Der Sicherung des Zusammenhangs zwischen Ventrikelweite und Lebensalter diente die Berechnung der Regressionsgeraden und des Korrelationskoeffizienten mit dem Tischcomputer Wang 7oo (Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation der F.U. Berlin).

V Ergebnisse

Die Tabelle IV sowie die Abb. 1-4 zeigen die altersmäßige Verteilung des Probandengutes und die Ventrikelweiten in den einzelnen Gruppen (arithmetische Mittelwerte, Zentralwerte, 80 %- und 95 %-Bereich, Spannweite) sowie die Regressionsgeraden. Bei Betrachtung der graphischen Darstellung der arithmetischen Mittelwerte bei beiden Geschlechtern (Abb. 1) und des Gesamtkollektivs (Abb. 2) fällt in den Gruppen bis 60 Jahre ein nahezu kontinuierlicher Anstieg auf, der in der Gruppe der 60-70-jährigen an Steilheit deutlich zunimmt. Die Größenzunahme der arithmethischen Mittelwerte betrug vom 16. - 50. Lebensjahr 0,92 mm, wobei sich dieser Anstieg nicht gleichmäßig auf die Altersgruppen verteilte, sie nahm beim Kollektiv der 50-70-jährigen um 1,14 mm zu.

Die Ergebnisse ließen sich statistisch signifikant für jede Altersklasse durch den WILCOXON-Test für 2 Stichproben mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,5 % sichern.

Der 95 %-Bereich erweitert sich von 2 mm im 4. Dezenium auf 5 mm der Altersgruppe von 60-70 Jahren.

Zur Frage der Geschlechtsdifferenz wurdenaus den ausgewählten Altersklassen mit dem WILCOXON-Test für 2 Stichproben die 60-70-jährigen herangezogen, da hier die Differenz am ausgeprägtesten schien. Eine Signifikanz bei der Gegenüberstellung der beiden Geschlechter konnte nicht gesichert werden. Eine Diskussion der übrigen Parameter erübrigt sich damit.

Zur Überprüfung der zeitlichen Abhängigkeit und des Verlaufs wurden folgende Überlegungen angestellt: Nach der Methode der kleinsten Quadrate wurden für beide Geschlechter getrennt die Geraden berechnet, die den Meßergebnissen am besten angepaßt waren. Der Korrelations-

koeffizient unterschied sich signifikant von Null ($2\alpha < 5\,\%$), d.h. es besteht ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen Alter und Ventrikelgrößen und zwar in dem Sinn, daß die Ventrikelweite mit dem Alter zunimmt.
Wegen statistisch nicht gesicherter Geschlechtsdifferenzen wurde lediglich die Regressionsgerade für das Gesamtkollektiv graphisch dargestellt. (Abb. III)
Aus den Einzelwerten (A-F) ging nun hervor, daß der Anstieg der Ventrikelgröße vom 6. Dezenium an stärker war als der der Jahre davor. Eine daher durchgeführte Analyse der Gruppe E (5o-6o Jahre) ergab, daß die Phase der ersten kontinuierlichen Zunahme mit 55 Jahren abgeschlossen war und der von anderen Autoren zitierte Altersknick sich hier abzeichnete. Beide Geraden schneiden sich, bei 55 Jahren und einer Ventrikelweite von 5,65 mm. Das ist als Hinweis dafür anzusehen, daß diese Teilung bei 55 Jahren sinnvoll ist und nach diesem Zeitpunkt die Ventrikelgröße tatsächlich stärker mit dem Alter zunimmt als vorher.

VI Diskussion

Nur vereinzelt gingen Autoren (HUBER/PATIRI (1967), FEUERLEIN/DILLING (1967), BETZ/KLEINÖDER (1968) der Frage der Korrelierbarkeit von Alter und Ventrikelweite des Hirnkammersystems, insbesondere der Weite des III. Ventrikels, nach. Querschnittsuntersuchungen über einen größeren Zeitraum mit hinreichend großem Untersuchungsmaterial liegen bisher nur in begrenztem Ausmaß vor. Korrelationsstatistische Untersuchungen wurden bisher echoencephalographisch nur von HUBER/PATIRI (1967) vorgelegt, wobei lediglich das weibliche Geschlecht von 18 bis 45 Jahren berücksichtigt wurde. Auch der Frage des Ausgangsmaterials war entscheidende Bedeutung beizumessen.
Luftencephalographische Normwerte teilweise eingeteilt nach Alter und Geschlecht liegen vor von ENGESET/LÖNNUM (1968), LAUBER (1965), BORGERSEN (1966) und BERG/LÖNNUM (1968). (Siehe auch Tab. I und II).

Echoencephalographische Normgrenzen wurden bisher von SCHIEFER et al (1963), SCHIEFER/KAZNER (1967), von FEUERLEIN/DILLING (1967), HUBER/PATIRI (1967), KRÜGER et al (1967), BETZ/HUBER (1968), BETZ/KLEINÖDER (1968) und SCHÜTTLER/HUBER (1969) sowie KRÜGER (1972) erarbeitet. (Tabelle III). Zur Frage der Vergleichbarkeit echo- und pneumencephalographischer Befunde seien die Ergebnisse verschiedener Autoren angeführt. SCHIEFER/KAZNER (1967), BETZ/HUBER (1967), KRÜGER et al (1968), FLIEGE et al (1966)sowie SCHÜTTLER/HUBER (197o) bewiesen eine ausreichende Genauigkeit der Echoencephalographie. Bei einer Toleranzbreite von maximal ± 3 mm wurde eine Übereinstimmung von loo % nachgewiesen. Die Untersuchungsergebnisse von KAZNER/MAIER-HAUFF (1972), basierend auf Untersuchungen an Tumoren der hinteren Schädelgrube, sprechen von einer völligen Übereinstimmung von Echoencephalogramm und Pneumencephalogramm. Diese Meinung blieb nicht unwidersprochen, denn OBERSCHULTE-BECKMANN/OTTO (1972) messen auf Grund eigener Ergebnisse der Echoencephalographie allenfalls Orientierungswert bei.

Die eigenen Ergebnisse lassen eine kontinuierliche Zunahme der arithmetischen Mittelwerte des III. Ventrikels von 16-55 Jahren, gefolgt von einer Phase stärkerer Breitenentwicklung der 3. Hirnkammer bis zum 7o. Lebensjahr und, wie es scheint, auch darüber hinaus (GRUMME 1972) erkennen. Ähnliche Ergebnisse weist der 95 %-Bereich auf, der vom 16. - 4o. Lebensjahr gleich bleibt, dann pro Dezennium um 1 mm zunimmt. Das bedeutet ein Anwachsen der Streubreite, deren Zustandekommen auf einer kontinuierlichen Zunahme des Maximums und Gleichbleiben des Minimums beruht.
Eine Analyse der Gruppe der 5o-6o-jährigen ergab, daß die Phase der kontinuierlichen Zunahme der arithmetischen Mittelwerte mit 55 Jahren abgeschlossen war, gefolgt von einer Phase stärkerer Breitenentwicklung der dritten Hirnkammer.
Zur Frage der Geschlechtsunterschiede konnte keine Abweichung festgestellt werden, die nicht mit einer zufälligen Schwankungsbreite erklärt werden könnte. Daher wurden Regressionsgeraden lediglich für das Gesamtkollektiv errechnet entsprechend den bei den arithmetischen Mittelwerten und 95 %-Bereich gesicherten zwei Anstiegsphasen. Beide Geraden schneiden sich bei dem Alter von 55 Jahren und der Ventrikelgröße von 5,65 mm.
Beim Vergleich der eigenen Ergebnisse mit denen der Literatur liegen überraschenderweise alle Mittelwerte der echoencephalographischen Literatur ein wenig (FEUERLEIN/DILLING 1967), HUBER/PATIRI (1967), HUBER et al (1968) und bei KRÜGER (1972) erheblich über den hier erhobenen Befunden. Übereinstimmend mit ENGESET/LÖNNUM (1958), LAUBER (1965), SCHULZE (1966), BORGERSEN (1966),HUBER et al (1967/1968), BERG/LÖNNUM (1968) sowie KRÜGER (1972) fand sich eine synchrone Zunahme der Ventrikelweite mit steigendem Alter. Analog den Ergebnissen von HUBER/PATIRI (1967) wurde für das weibliche Geschlecht vom 18. bis 45. Lebensjahr gesondert eine Regressionsgerade berechnet, die nur wenig unter der von letztgenannten Autoren errechneten liegt, im übrigen jedoch

die gleiche Verlaufsrichtung zeigt. Anhand der vorliegenden Untersuchungsergebnisse muß der Meinung von HEINRICH (1939/41), BRENNER (1942), GÖLLNITZ (1951), LAST/TOLPSETT (1954), VINKEN/STRACKEE (1960), PELTONEN (1962), NELSON et al (1964) und auch FEUERLEIN/DILLING (1967), die alle eine lineare Beziehung zwischen Lebensalter und Ventrikelweite verneinen, widersprochen werden.

Bei der Gegenüberstellung der eigenen Ergebnisse zu denen der pneumencephalographischen Literatur (ENGESET/LÖNNUM, (1958), LAUBER (1965), SCHULZE (1966), BORGERSEN (1966), BERG/LÖNNUM (1968) fällt auf, daß mit Ausnahme der Befunde des siebten Dezenniums alle mit Luft ermittelten Werte höher liegen. Die Ursache ist zum einen in der Art des pneumencephalographischen Materials, zum anderen in der Röntgenverzeichnung zu suchen.

Die eigenen Untersuchungen zeigen, daß es gegen Ende des sechsten Dezenniums zu einem "Altersknick" kommt, der in der pneumencephalographischen, nicht aber in der echoencephalographischen Literatur besprochen wird. Nach HAUTZKY/ZÜLCH (1953) sollen diese Veränderungen spätestens vom 35. Lebensjahr an eintreten. SPATZ (1934), zit. nach LAUBER (1965) gibt diese für die Zeitspanne zwischen dem 50. und 60. Lebensjahr an. Nach LAUBER (1965) sind Veränderungen der Liquorräume normalerweise nicht vor dem 50. Lebensjahr zu erwarten. HEINRICH (1939/41) fand vom 60. bis zum 64. Lebensjahr lediglich eine geringfügige Größenzunahme der Ventrikel, vom 65. Lebensjahr an eine starke Erweiterung. Die Ergebnisse von ENGESET/LÖNNUM (1958) und SCHULZE (1966) beweisen eine erhebliche Zunahme der Mittelwerte des siebten gegenüber des sechsten Dezennium (siehe Tab.). Die Untersuchungsergebnisse von LAUBER (1965) sprechen nicht für einen Altersknick. Als vergleichbare Meßwerte in der echoencephalographischen Literatur lassen sich lediglich Untersuchungsergebnisse von KRÜGER (1972) heranziehen. Hier ist allerdings kein

besonderer Anstieg in irgendeiner Altersgruppe zu erkennen, wobei einschränkend aber auf ein zahlenmäßig kleines Probandengut hingewiesen werden muß. Die Graphik in der Monographie von SCHIEFER/KAZNER (1967) gibt möglicherweise einen Hinweis auf einen Anstieg in der Breite des III. Ventrikels im Sinne eines Knicks. Dieser "Altersknick" ist als Ausdruck eines ersten, aus altersbedingten exo- und endogenen Gründen verursachten Hirnabbaus anzusehen.

Bei der Festsetzung von Normwerten ist zu fordern, daß kein oberer Grenzwert ohne zeitliche Beziehung angegeben wird. Als obere Normwerte können bis zum 2o. Lebensjahr 5 mm, vom 2o. bis zum 5o. Lebensjahr 6 mm angegeben werden. Bis zum 5o. Lebensjahr darf der III. Ventrikel eine Breite von 7 mm nicht überschreiten. Dies entspräche der Angabe von SCHIEFER/KAZNER (1967). Mehrere Autoren haben auf Grund luftencephalographischer Untersuchungen ähnliche Befunde erhoben, sofern man die Verzeichnung des Röntgenbildes berücksichtigt. KRÜGER (1972) liegt mit seinem Mittelwert von 7,3 mm für das fünfte Dezennium über dieser Norm. Bis zum 6o. Lebensjahr darf eine Breite des III. Ventrikels von 8 mm als normal gelten. Dies ist mit den Ergebnissen des 8o- und des 95 %-Bereiches der eigenen Untersuchung zu belegen. Als Normwert fürs siebte Dezennium kann eine Weite des III. Ventrikels von maximal 9 mm angesehen werden, darüber hinaus liegende Werte können als pathologische Befunde gewertet werden.

Eine positive Schiefe der Verteilungskurve, wie sie von FEUERLEIN/DILLING (1967) festgestellt wurde, konnte auf Grund dieser Ergebnisse nicht bestätigt werden. Diese sog. positive Schiefe wurde auf das vermehrte Auftreten von weiten III. Ventrikeln im höheren Alter zurückgeführt. Bekanntlich ist der Mensch im Senium vielen altersphysiologischen Einflüssen ausgesetzt. Neben einer allgemeinen homologen und numerischen Organatrophie treten Rarefizierungen von Gerüstsubstanz oder allgemeine sklerotische Prozesse auf. Im Cerebrum läßt sich eine Hirnatrophie mit

nachfolgender Erweiterung der Liquorräume nachweisen. Als Erklärung wird der Verlust von Ganglienzellen und Gliagewebe angeführt. Auch der sekundäre Einfluß von äußerlich nicht manifesten Erkrankungen wie Herzinsuffizienz, Hypertonus, allgemeine Sklerose, Diffusionsstörungen bei Lungenemphysem, Diabetes mellitus, auf das Gehirn wäre zu diskutieren. Noch nicht manifest gewordene degenerative hirnatrophische Prozesse (SCHULTE 1962) gehen ebenfalls in diese Abbauvorgänge ein. Von entscheidender Bedeutung ist sicherlich das Ausgangsmaterial. Vorliegende Verteilungskurven weisen bis in das sechste Dezennium ziemlich ähnliche Formen auf, die durch kongruente Dreigipfligkeit charakterisiert sind, auch das siebte Dezennium fällt bei synoptischer Betrachtung nur unwesentlich aus dem Rahmen. FEUERLEIN/DILLING (1967) hatten in ihrem Krankengut viele über siebzigjährige Patienten. Dies verursachte in ihrer Verteilungskurve eine Asymmetrie mit Verlagerung in Richtung höherer Werte.

Zur Frage der Geschlechtsunterschiede konnten wir keine Abweichung feststellen, die sich nicht mit einer zufälligen Schwankungsbreite erklären ließe. Auch eine ins Gewicht fallende Abweichung bei der Gegenüberstellung der Werte sowohl beider Geschlechter gegeneinander als auch beider Geschlechter zum Gesamtkollektiv konnte nicht gesichert werden. Es stellte sich heraus, daß lediglich im fünften Dezennium ein um oder über o,1 mm größerer III. Ventrikel bei Männern zu ermitteln war, zwischen dem 2o. und 3o. Lebensjahr hat das weibliche Geschlecht ein um o,o9 mm weiteren III. Ventrikel. Der WILCOXON-Test läßt keine signifikanten Unterschiede erkennen. Allerdings muß angeführt werden, daß das männliche Geschlecht zwischen dem 3o. und 5o. Lebensjahr um einen durchschnittlich o,12 mm größeren Mittelwert des III. Ventrikels aufweist. LAST/TOMPSETT (1954), VINKEN et al (1958), BRUIJN (1959), HUBER (1961), PELTONEN (1962), NELSON et al (1964),

LAUBER (1965), SCHULZE (1966), HUBER et al (1967/1968), BERG/LÖNNUM (1968) behaupten, das männliche Geschlecht habe einen größeren III. Ventrikel als das weibliche. Die gegenteilige Meinung findet sich nicht. Dabei müssen einige Einwände gegen diese Feststellung geltend gemacht werden: LAST/TOMPSETT, SCHULZE und zum Teil auch BORGERSEN stützten sich auf postmortale Untersuchungen. VINKEN et al und PELTONEN gingen von einem neurologisch-psychiatrischen Krankengut aus. Die Ergebnisse von LAST/TOMPSETT, VINKEN et al und von BRUIJN beruhen auf Untersuchungen der Verhältnisse im Bereich der Seitenventrikel. LAUBER fand bei den Frauen der Altersgruppe zwischen 35 und 45 Jahren einen größeren III. Ventrikel bei zumeist nur minimalen Unterschieden zwischen den Geschlechtern, wobei eine Zunahme der Differenzen bei alten Probanden ins Auge fällt. HUBER et al (1967/1968) nahmen als einzige von echoencephalographischer Seite her Stellung, wobei ihre Untersuchungen einschränkend nur den Zeitraum von 18 bis 3o Jahren für Männer und Frauen umfassen. Anhand der hier erhobenen Befunde kann der Feststellung der verschiedenen Autoren, das weibliche Geschlecht habe eine kleinere 3. Hirnkammer, nicht voll beigepflichtet werden, denn zufällige Differenzen zugunsten des einen oder anderen Geschlechts sind nicht ausgeschlossen. Zwar liegen die bei Frauen ermittelten Werte, wie auch aus der Abbildung ersichtlich ist, unter den bei Männern gemessenen Ergebnissen, jedoch zeigen sie im großen und ganzen die gleiche Verlaufsrichtung. Selbst bei der scheinbar größten Differenz der Mittelwerte beider Geschlechter konnte statistisch keine Signifikanz gesichert werden. Ein geschlechtsspezifischer Unterschied in der Weite des III. Ventrikels kann also nicht angenommen werden.
Nach CLARA (1955) wiegt das männliche Gehirn durchschnittlich 1375 g, das weibliche 1245 g. Danach haben Männer ein um ca. lo % schwereres Gehirn. Analog müßte man bei Frauen einen um lo % kleineren Ventrikel erwarten. Die eigenen

Untersuchungen bestätigen dies aber keinesfalls. Eine Erklärung für diese Tatsache steht noch aus; auch in der Literatur wird auf diesen Tatbestand nicht näher eingegangen, zum einen, weil Geschlechtsunterschiede letztlich wenig einsehbar sind, zum anderen, da für die Klinik keine Relevanz besteht.

VII Zusammenfassung

Im Zeitraum von Januar 1972 bis Februar 1973 erfolgte bei 756 Probanden eine echoencephalographische Untersuchung der 3. Hirnkammer.

1. Es wurden bei einem ausreichend großen Probandengut (aufgeteilt in Geschlechter) Mittel-, Zentralwert, 8o- und 95 %-Bereich, die Weite des III. Ventrikels vom 16. bis 7o. Lebensjahr bestimmt. Aus den Ergebnissen konnten obere Normwerte für die klinische Anwendung abgeleitet werden. Es sollten grundsätzlich keine Normwerte für die Weite des III. Ventrikels ohne Berücksichtigung des Alters angegeben werden.

2. Es besteht ein statistisch durch Regressionsgeraden bewiesener linearer Zusammenhang zwischen Lebensalter und Ventrikelweite.

3. In Übereinstimmung mit anderen Autoren der PEG-Literatur konnte ein sog. Altersknick gefunden werden, der nach den hier vorliegenden Untersuchungen bei 55 Jahren lag. Die Entwicklung des III. Ventrikels erfolgt im Erwachsenenalter in zwei Phasen.

4. Signifikante, für den klinischen Gebrauch relevante Unterschiede in der Ventrikelweite zwischen dem männlichen und weiblichen Geschlecht waren nicht nachweisbar.

5. Es gibt keine positive Schiefe in der Verteilungskurve.

VIII Literaturverzeichnis

1) ABRAMOWITSCH, D., WINKLER, H.:
Messungen im Steroencephalogramm.
Zschr. ges. Neurol. Psychiat. 127, 454 (1930)

2) ANDERSEN, E., LARSEN, J.V., JACOBSEN:
Atrophia cerebri.
Ugeskr. Laeg. 125, 86 (1963)

3) BALLANTINE, H.T., BOLT, R.H., HUTER, T.F., LUDWIG, G.D.:
On the detection of intracranial pathology by ultrasound.
Science 112, 525-528 (1950)

4) BERINGER, K., MALLISON, R.: zit. nach LAUBER

5) BETZ, H., HUBER, G.:
The correlation between echoencephalographic and pneumencephalic findings. In: Proceedings in echoencephalography; International symposium on echoencephalography, Erlangen 1967 p.25.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1968

6) BINGEL, A.:
Encephalographische Erfahrungen.
Zschr. ges. Neurol. Psychiat. 114, 323 (1928)

7) BORGERSEN, A.:
Width of third ventricle; encephalographic and morbid anatomical study. Acta radiol. diagn. 4, 645 (1966)

8) BRUIJN, G.W.:
Pneumencephalography in the diagnosis of cerebral atrophy. H.J. Smiths, Utrecht 1959

9) CLARA, M.:
Entwicklungsgeschichte des Menschen.
VEB Thieme-Verlag Leipzig 1955

10) DANDY, W.E.:
Ventriculography following the injection of air into the cerebral ventricles. Ann. Surg. 68, 5 (1918)

11) DAVIDOFF, L.M., DYKE, C.G.
Normal encephalogram. Lea u. Febiger, Philadelphia (1951)

12) DAY, W.R.
Casts of foetal lateral ventricles. Brain 82, 1o9 (1959)

13) DOCUMENTA GEIGY:
Wissenschaftliche Tabellen, 7. Aufl. (1968)

14) DUSSIK, TH.
Über die Möglichkeit, hochfrequente mechanische Schwingungen als diagnostisches Hilfsmittel zu verwerten.
Z. ges. Neurol. Psychiat. 174, 153-168 (1942)

15) ENGESET, A., LÖNNUM, A.
Third ventricles of 12 mm width or more.
Acta radio. diagn. 5o, 5 (1958)

16) ENGESET, A., SKRAASTAD, E.
Methods of measurement in encephalography.
Neurolgy 14, 381 (1964)

17) FALK, B., SILFVERSKIÖLD, B.P.
Pneumencephalographische Veränderungen bei chronischem postcommotionellem Syndrom
Ref. Zbl. ges. Neurol. Psychiat. 131, 126 (1955)

18) FEUERLEIN, W., DILLING, H.
Das Echoencephalogramm des III. Ventrikels in verschiedenen Lebensaltern.
Arch. Psychiat. Nervenkr. 2o9, 137 (1967)

19) FEUERLEIN, W., DILLING, H.
Altersbedingte Unterschiede in der Darstellbarkeit der medianen Hirnstrukturen.
Arch. Psychiatr. Nervenkr. 2o9, 4o4 (1967)

2o) FINK, I.
Zur Frage des normalen Pneumencephalogramms.
Inaug. Diss. Heidelberg (196o)

21) FLIEGE, K., FEUERLEIN, W. ,BACKMUND, H.:
Probleme und Ergebnisse bei der vergleichenden Messung des III. Ventrikels. Arch. Psychiat. Nervenkr. 211, 333 (1968)

22) FROWEIN, R., HARRER, G.:
Über Grundumsatzsteigerungen nach Hirnverletzungen und deren Beziehungen zur Größe des III. Ventrikels und zum Commotionssyndrom.
Klin. Wschr. 79 (1948)

23) GOHR, H., WEDEKIND, TH.:
Der Ultraschall in der Medizin. klin. Wschr. 19, 25-29 (194o)

24) GORDON, D.:
Echoencephalographie. Rev. neurol. 99, 652 (1958)

25) GROSSMANN, C.C.:
The use of diagnostic ultrasound.in brain disorders. Thomas, Springfield 1966

26) GRUMME, TH.:
Echoencephalographische Untersuchung der 3. Hirnkammer bei Menschen über 7o Jahre.
actuelle gerontologie 2, 677 (1972)

27) GÜTTNER, W., FIEDLER, G., PÄTZOLD, J.:
Über Ultraschallableitungen am menschlichen Schädel.
Acustica 2, 148-156, (1952)

28) HARVEY, R.W. zit. nach DAY

29) HEINRICH, A.:
Das normale Enzephalogramm in seiner Abhängigkeit vom Lebensalter.
Z. Altersforsch. 1, 345 (1939)

3o) HEINRICH, A.:
Altersvorgänge im Röntgenbild.
Thieme-Verlag Leipzig 1941

31) HUBER, G.:
Das Pneumancephalogramm bei Psychopathien und psychoreaktiven Störungen. Ein Beitrag zur Frage des "normalen" Encephalogramms.
Arch. Psychiat. Nervenkr. 2o2, 234 (1961)

32) HUBER, G., PATIRI, C.:
Das Echoencephalogramm des III. Ventrikels einer weiblichen Normalbevölkerung.
Arch. Psych. Nervenkr. 21o, 61 (1967)

33) HUBER, G., BETZ, H., KLEINÖDER, I.:
Echoencephalographische Untersuchungen der 3. Hirnkammer an einer männlichen Normalbevölkerung.
Nervenarzt, 39, 82 (1968)

34) JEPPSSON, S.:
Echoencephalography. III. Further studies on the sources of the midline, echo and a clinical evaluation.
Acta chir. scand. 119, 445 (196o)

35) JEPPSSON, S.:
Echoencephalography. IV. The midline echo: an evaluation of its usefullness for diagnosing intracranial expansivities and investigation into its sources.
Acta chir. scand. Suppl. 272, 1 (1961)

36) KAUTZKY, R., ZÜLCH, K.J.:
Neurologisch-neurochirurgische Röntgendiagnostik und andere Methoden zur Erkennung intrakranialer Erkrankungen.
Springer-Verlag Berlin-Göttingen-Heidelberg 1955

37) KAZNER, E. and HOPMANN, H.:
Possibilities and reliability of echoventriculography.
Ultras. in Med. Biology I. 17-32, (1973)

38) KAZNER, E., MAIER-HAUFF; K.:
Zur Brauchbarkeit der Echoenzephalographie bei der Bestimmung der Weite des III. Ventrikels.
Fortschr. Neurol. Psychiat. 4o, 647 (1972)

39) KEIDEL, W.D.:
Über die Verwendung des Ultraschalls in der klinischen Diagnostik. Ärztl. Forschung, H. 21/22. 349-356, (1947)

4o) KOURA, F.:
The size of the ventricular system. A comparative study between echo- and pneumencephalography.
Electroenceph. Clin. Neurophysiol. 29, 221 (197o)

41) KRÜGER, H.:
Veränderungen im Echoventrikulogramm nach lumbaler Pneumencephalographie.
Nervenarzt 4o, 566 (1969)

42) KRÜGER, H.:
Echoventrikulographie. Die Echoencephalographie der inneren Liquorräume.
Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York 1972

43) KRÜGER, H., ZUMPE, V., VELTIN, A.:
Echoencephalographische Untersuchungen der 3. Hirnkammer bei Gesunden verschiedenen Lebensalters.
Arch. Psychiat. 21o, 161 (1967)

44) KRÜGER, H., ZUMPE, V., VELTIN, A.:
Das Echoencephalogramm des III. Ventrikels bei Gesunden und Schizophrenen.
Nervenarzt 38, 412 (1967)

45) KRÜGER, H., ZUMPE, V., VELTIN, A.:
Zur Validität der Echoencephalographie der inneren Liquorräume.
Nervenarzt 39 , 8o (1968)

46) KRÜGER, H., THOMAS, E., ZUMPE, V., VELTIN, A.:
Zur Echoencephalographie der 3. Hirnkammer.
Fortschr. Psych. Neurol. 36, 68o (1968)

47) LARSBY, H., LINDGREN, E.:
Encephalographie examinations of 125 institutional epileptics.
Acta psychiat. neurol. 15, 337 (194o)

48) LAST, R.J., TOMPSETT, D.H.,
Cats of the cerebral ventricles.
Brit. J. Surg. 4o, 525 (1953)

49) LAUBER, H.:
Das Pneumoencephalogramm.
A. Barth, München 1965

5o) LEKSELL, L.:
Echo-encephalography. I. Detection of intracranial complications following head injury.
Acta chir. scand. 11o, 3o1 (1955/56)

51) LIM, S.T., POTTS, D.G., DECK, M.D.F.:
Changes in the ventricular size during fractional pneumoencephalography.
Radiology 1o4, 585 (1972)

52) LITHANDER, B.:
Clinical and experimental studies in echoencephalography.
Acta psychiat. scand. 36 Suppl. 159, 1 (1961)

53) NELSON, S.R., ANDY, O.J., FOSHEE, D.P.:
Third ventricle size in patients with movement disorders. Confin. neurol. 24, 3o8 (1964)

54) NÜRNBERGER, S., SCHALTENBRAND, G.:
Messungen am Encephalogramm. Ein Beitrag zum Begriff des normalen Encephalogramms.
Dtsch. Z. Nervenheilk. 174, 1 (1955)

55) OBERSCHULTE-BECKMANN, D., OTTO, D.:
Vergleichende echoencephalographische, röntgenologische und anatomische Untersuchungen am III. Ventrikel von Leichengehirnen.
Fortschr. Neurol. Psychiat. 4o, 55 (1972)

56) PANTSCHENKO, D.I., MATSCHERET, E.L.:
The correlation between echo-encephalographie and pneumencephalic findings. In: Procedings in echoencephalograpny; International symposium on echoencephalography, Eerlangen 1967, p. 25. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York (1968)

57) PELTONEN, L.:
Pneumencephalographic studies on the third ventricle of 644 neuropsychiatric patients.
Acta psychiat. scand. 38, 15 (1962)

58) PENDERGRASS, E.P., SCHAEFFER, J.P., HODES, P.J.:
The head and neck in roentgen diagnosis, 2nd ed.,
Charles C.Thomas, Springfield, Illinois 1956

59) PIA, H.W., GELETNEKY, C.L.:
Echoencephalographie.
Thieme-Verlag, Stuttgart 1968

6o) ROBERTSON, E.G.:
Pneumoencephalography.
Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, 1957

61) SCHIEFER, W., KAZNER, E.:
Klinische Echoencephalographie.
Springer-Verlag Berlin 1967

62) SCHIEFER, W., KAZNER, E., BRÜCKNER, H.:
Die Echoencephalographie, ihre Anwendungsweise und klinische Ergebnisse.
Fortschr. Neurol. Psychiat. 31, 457 (1963)

63) SCHIERSMANN, O.:
Einführung in die Enzephalographie.
Thieme-Verlag Stuttgart 1952

64) SCHIEFER, K.H.:
Zur Auswertung von Ventrikelbildern am Encephalogramm.
Fortschr. Röntgenstr. 75, 5o (1951)

65) SCHLAGENHAUFF, R.E., MAZUROWSKI, J., KRATZER, G.:
Ultrasonic measurement of cerebral ventricular system.
Neurology 21, 1134 (1971)

66) SCHMIEDER, F.:
Das Enzephalogramm nach Fleckfieber.
Klin. Wschr. 26, 14 (1948)

67) SCHÜTTLER, R.:
Untersuchungen zum Problem des Pneumencephalogramms einer normalen Durchschnittsbevölkerung. Inaug. Diss. Bonn 1967

68) SCHÜTTLER, R., HUBER, G.:
Untersuchungen am III. Ventrikel durch Echoencephalographie und Pneumencephalographie. Arch. Psychiat. Nervenkr. 213, 37o (197o)

69) SCHULTE, W.:
Zur Psychologie, Psychopathologie und Psychotherapie des Alterns. In: Der Mensch im Alter. Umschau-Verlag Frankfurt a.M. 1962

7o) SCHULZE, A.:
Der Einfluß von Lebensalter und Geschlecht auf die Größe des Ventrikelsystems. Zbl. Neurochir. 27, 222 (1966)

71) SPATZ, H.: zit. nach LAUBER

72) SPENGOS, M., KAILIS, D., KOKRAS, A., SCARPALEZOS, S.:
Control des mesures échoencéphalographiques du troisiéme ventricule par la tomographie axiale pneumoencéphalographique. Rev. Neurol. 122, 337 (197o)

73) TAVERAS, J.M., WOOD, E.G.:
Diagnostic neuroradiology. Baltimore: Williams and Wilkins Co. 1964

74) TESTUT, L.:
Traité d'Anatomie humaine, Paris 1929

75) TORKILDSEN, A.:
Gross anatomy of lateral ventricles.
J. Anat. 68, 48o (1934)

76) VET de, A.C.: zit. nach DAY

77) VINCI da, L.: zit. nach DAY

78) VINKEN, P.J., STRACKEE, J.
The relation between ventricular breadth and cranial breadth in the pneumoencephalogram.
Psychiat. Neurol. Neurochir. 63, 17 (1960)

79) VINKEN, P.J., RODENBOOG, F., HUIZINGA, J.
The ventricle-index in epileptics, a pneumencephalographic study.
Proceedings, Series C, 61, No. 1, (1958)

80) VLIEGER de, M., RIDDER, H.J.
Use of echoencephalography.
Neurology 9, 216 (1959)

81) VOSS, H., HERRLINGER, R.
Taschenbuch der Anatomie, Bd. 3, 10 Auf.
Fischer Verl. Stuttgart (1959)

82) WELCKER, H.
Zwei Hülfsmittel bei Demonstration des Gehirns und Herzens: I. Wachsausguss der Gehirnvetrikel. Virch. Archiv 74, 500 (1878)

83) WIDEROE, S., zitiert nach SCHULZE

84) WOLFF, H., BRINKMANN, L.
Das normale Encephalogramm.
Dtsch. Z. Nervenheilk. 151, 1 (1940)

A n h a n g (Tabellen und Abbildungen)

10

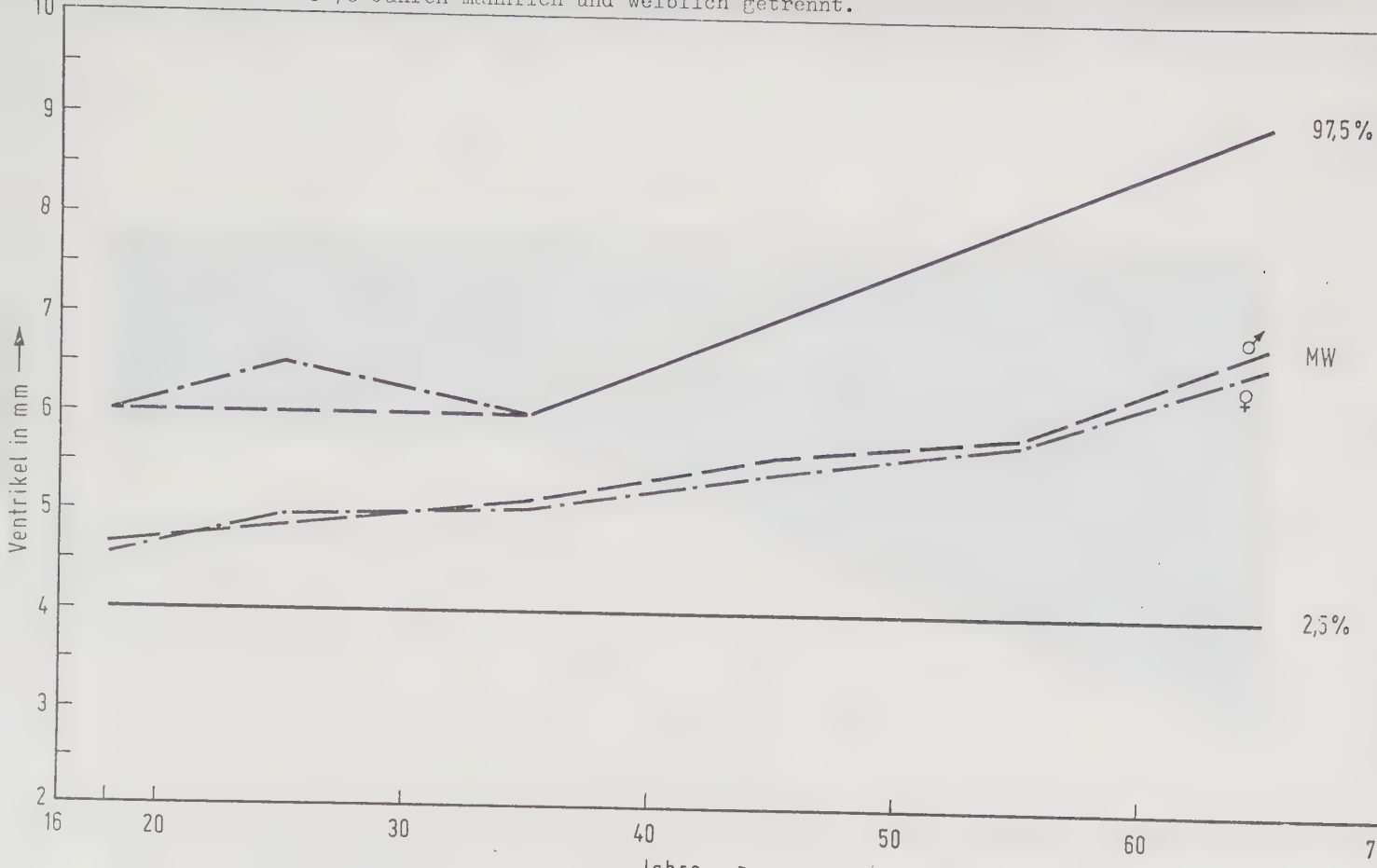


Abb. 2: Mittelwert (MW) und 95%-Bereich des III. Ventrikels bei Erwachsenen von 16-70 Jahren; Gesamtmaterial.

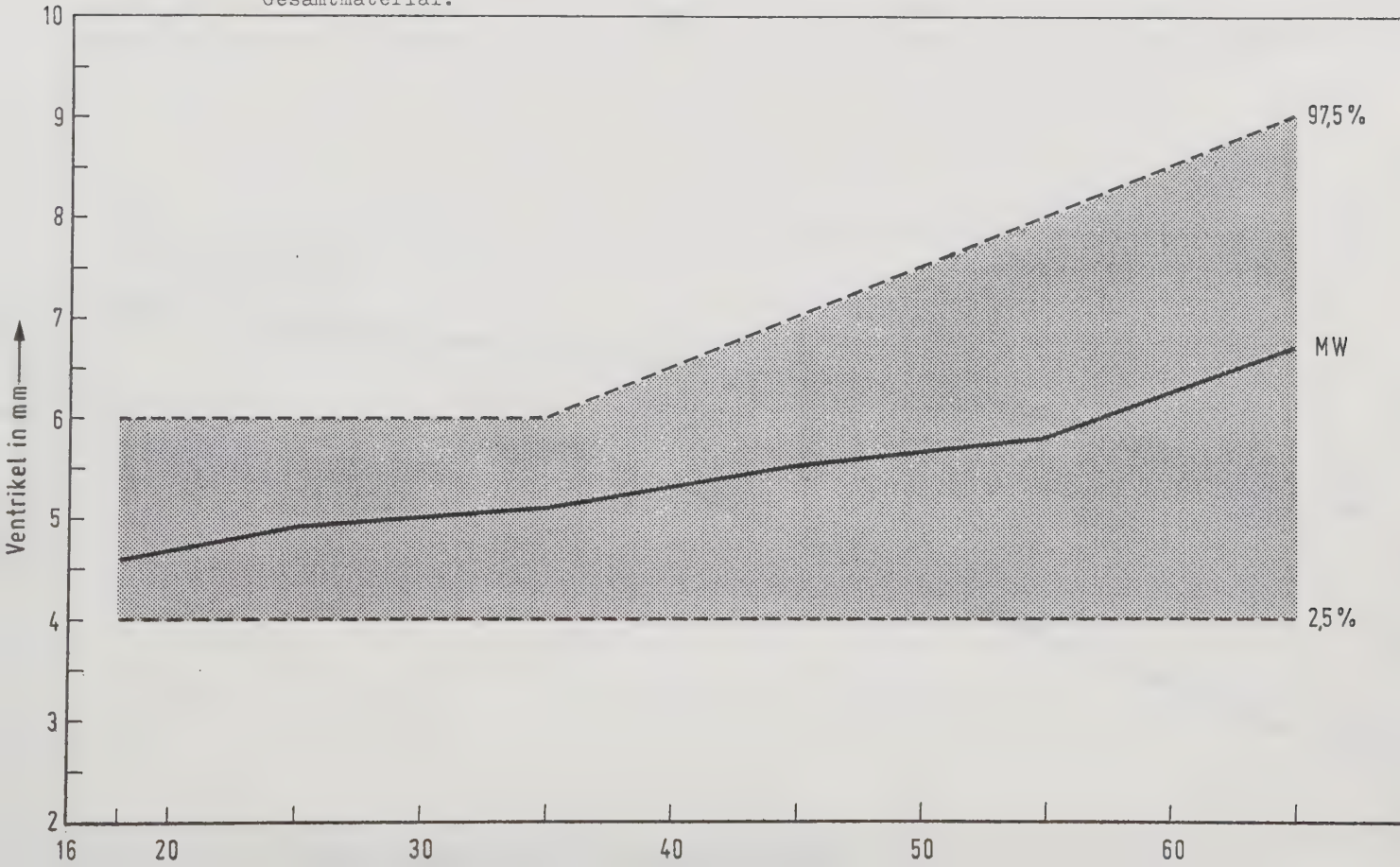
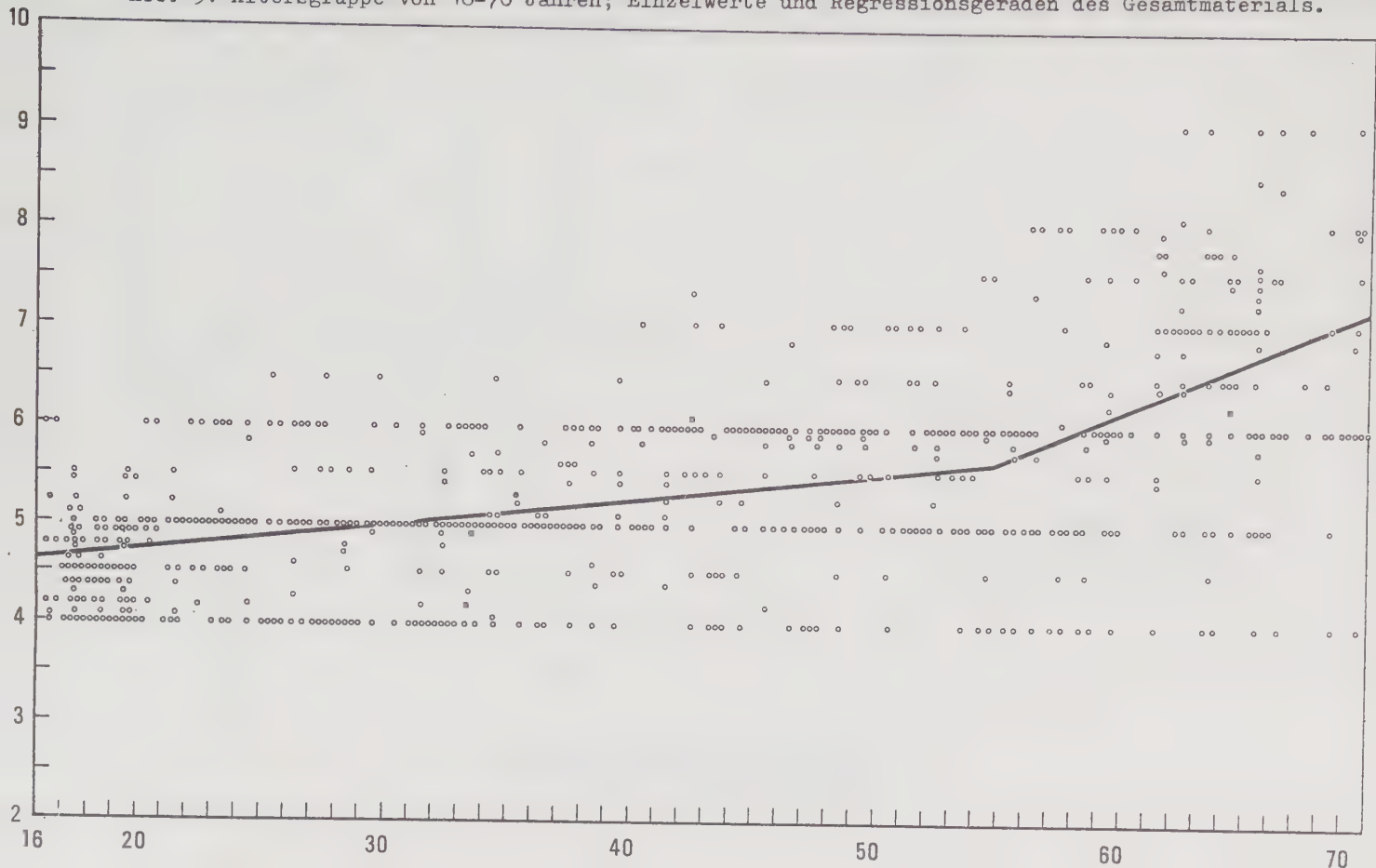


Abb. 9: Altersgruppe von 45-70 Jahren, Einzelwerte und Regressionsgeraden des Gesamtmaterials.



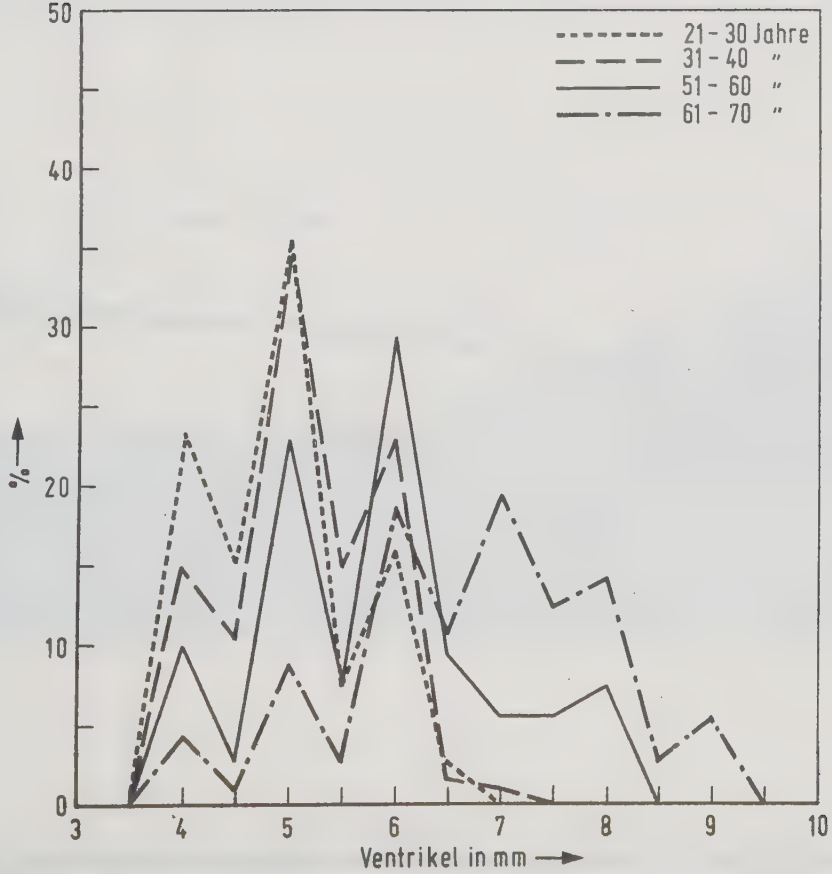


Abb. 4: Verteilungskurve der Altersgruppe von 20-70 Jahren.

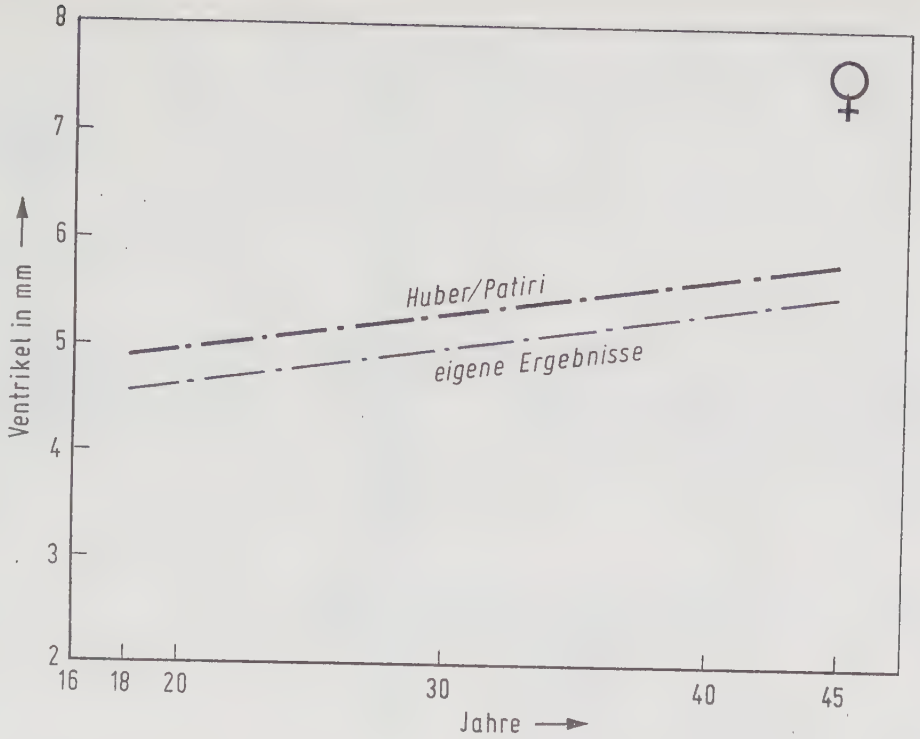


Abb. 5: Regressionsgerade bei Frauen zwischen 18 und 45 Jahren; eigene Ergebnisse und die von HUBER/PATIRI im Vergleich.

Autor	Jahr	normale Weite des III. Ventrikels (mm)
ABRAMOWITSCH/WINKLER	1930	4,1 - 6,8
LARSBY/LINDGREN	1940	4,5
FROWEIN/HARRER	1948	5,0
SCHMIEDER	1948	5,0
ORLEY	1949	2,0 - 8,0
DAVIDOFF/DYKE	1951	2,0 - 8,0
SCHIFFER	1951	5,0
SCHIERSMANN	1952	5,0
NÜRNBERGER/SCHALTENBRAND	1955	3,0 - 6,0
PENDERGRASS et al.	1956	2,0 - 10,0
ROBERTSON	1957	3,0 - 9,0
HUBER	1961	7,9
ANDERSEN et al.	1963	2,0 - 12,0
ENGESET/SKRAASTAD	1964	8,0
TAVERAS/WOOD	1964	3,0 - 7,0

Tab. I: Pneumencephalographische Normalwerte für die Weite des III. Ventrikels bei Erwachsenen (Literaturangaben)

Autor	Jahr		Alter der Probanden						
			16-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	über 80
ENGESET/ LÖNNUM	1958	m w	7,0	7,6	8,6	9,24	11,2	10,88	
LAUBER	1965	m	5,6	6,0	6,0	6,6	6,6		
		w	5,1	5,9	6,3	5,7	6,5		
SCHULZE+)	1966	m			7,0	7,3	10,0	11,0	15,0
		w			5,5	5,5	8,6	8,6	9,3
BORGERSEN	1966	m w	7,59	8,26	9,29	7,00	9,88	10,33	
BORGERSEN+)	1966	m w			5,05	5,6	6,45	7,20	
BERG/LÖNNUM	1968	m	7,0		7,8		10,6		
		w	6,3		7,5		8,6		

Tab. II: Pneumencephalographische Normalwerte für die Weite des III. Ventrikels bei Erwachsenen nach Alter und Geschlecht (Literaturangaben).

+) Postmortale Untersuchungen

Autoren		Jahre: 16–18	18–20	20–28	28–30	30–40	40–45	45–50	50–60	60–67	67–70	
FEUERLEIN/DILLING	mw		3,5-6,5									2s-B
HUBER/PATIRI	w		4,1-5,8		4,6-6,3							Nb.
HUBER/BETZ/ KLEINÖDER	m		4,6-6,4									Nb.
KRÜGER	mw	4,3-9,5			4,7-9,1		5,1-9,5		4,5-10,1		5,7-9,1	Nb.
Eigene Untersuchungen	mw			4,0-6,0	4,0-6,0		4,0-7,0		4,0-8,0		5,0-9,0	95%
	m			4,0-6,0	4,0-6,0		4,0-7,0		4,0-8,0		4,0-9,0	95%
	w			4,0-6,5	4,0-6,0		4,0-7,0		4,0-8,0		4,0-9,0	95%
	mw		4,0-6,0									95%
	m		4,0-6,0									95%
	w		4,0-6,0			4,0-7,0						95%

Tab. IIIa: Echoencephalographische Normwerte des III. Ventrikels bei Erwachsenen von 16-70 Jahren (Literaturangaben, eigene Ergebnisse). Zahlen in mm.

Nb. = Normbereich
2s-B. = 2s-Bereich
95% = 95%-Bereich
m = männlich
w = weiblich

Autor		Jahre						
		16 18	20	28 30	40	45	50	60 67 70
FEUERLEIN/DILLING	mw		5,1					
HUBER/PATIRI	w		4,9	5,5				
HUBER/BETZ KLEINÖDER	m		5,5					
KRÜGER	mw		6,9	6,9	7,3	7,3	7,7	
Eigene Untersuchungen	m	4,65	4,86	5,11	5,6	5,82	6,78	
	w	4,55	4,95	5,04	5,43	5,75	6,57	
	mw	4,6	4,9	5,07	5,52	5,79	6,68	

Tab. IIIb: Echoencephalographische Mittelwerte des III. Ventrikels bei Erwachsenen von 16 - 70 Jahren (Literaturangaben, eigene Ergebnisse). Zahlen in mm.

m = männlich
w = weiblich

Alter bis	Mittel-wert	Zentral-wert	Spann-weite	80% - Bereich	95% - Bereich	Zah
20 J.m	4,65	4,6	4,0-6,0	4,0-5,2	4,0-6,0	55
w	4,55	4,5	4,0-6,0	4,0-5,0	4,0-6,5	50
g	4,60	4,5	4,0-6,0	4,0-5,2	4,0-6,0	105
30 J.m	4,86	5,0	4,0-6,5	4,0-6,0	4,0-6,0	55
w	4,95	5,0	4,0-6,5	4,0-6,0	4,0-6,0	52
g	4,90	5,0	4,0-6,5	4,0-6,0	4,0-6,0	107
40 J.m	5,11	5,0	4,0-6,5	4,0-6,0	4,0-6,0	62
w	5,04	5,0	4,0-7,0	4,0-6,0	4,0-6,0	53
g	5,07	5,0	4,0-7,0	4,0-6,0	4,0-6,0	115
50 J.m	5,60	5,9	4,0-7,3	4,5-6,5	4,0-7,0	54
w	5,43	5,65	4,0-7,0	4,0-6,5	4,0-7,0	54
g	5,52	5,8	4,0-7,3	4,2-6,5	4,0-7,0	108
60 J.m	5,82	5,9	4,0-8,0	5,0-7,0	4,0-8,0	57
w	5,75	5,85	4,0-8,0	4,0-7,5	4,0-8,0	52
g	5,79	5,9	4,0-8,0	4,5-7,5	4,0-8,0	109
70 J.m	6,78	7,0	4,0-9,0	5,0-8,1	4,0-9,0	59
w	6,57	6,6	4,0-9,0	5,0-8,0	4,0-9,0	54
g	6,68	7,0	4,0-9,0	5,0-8,0	4,0-9,0	113

Summe bis 70 Jahre: m 342; w 315; g 657

Tab. IV: Echoencephalographische Ergebnisse des III. Ve
trikels bei Erwachsenen; Zahlen in mm; m = män
lich; w = weiblich; g = Gesamtkollektiv; J = J

ebensalter		n	Regressionsgerade	Korrelations-koeffizient
6 - 54 J +)	m	249	y = 0,0332 · x + 4,0242	0,4949
6 - 54 J +)	w	232	y = 0,0216 · x + 4,3103	0,3399
6 - 54 J +)	g	481	y = 0,0273 · x + 4,1697	0,4179
5 - 70 J ++)	m	93	y = 0,1165 · x - 0,7214	0,3761
5 - 70 J ++)	w	82	y = 0,0894 · x + 0,7554	0,2899
5 - 70 J ++)	g	175	y = 0,1010 · x + 0,1406	0,3270
6 - 70 J	m	342	y = 0,0428 · x + 3,7385	0,6381
6 - 70 J	w	314	y = 0,0364 · x + 3,8791	0,5475
6 - 70 J	g	656	y = 0,0397 · x + 3,8077	0,5933
8 - 45 J	w			
UBER/PATIRI		100	y = 0,0339 · x + 4,285	r nicht angegebe
ntspr. eigene Erg.		163	y = 0,0355 · x + 3,9057	0,4152

Tab.V: Zusammenfassung der statistischen Ergebnisse (Regressionsgerade und Korrelationskoeffizient)

+) Schnittpunkt im nächsten Lebensalter

++) Schnittpunkt im Lebensalter davor

J = Jahre; m = männlich; w = weiblich;
g = Gesamtkollektiv; n = Anzahl der Probanden

An dieser Stelle möchte ich Herrn Priv.Doz.Dr.med. Thomas Grumme für die Überlassung des Themas und für seine richtungsgebenden Ratschläge danken.

Ebenfalls danke ich Frau Schmidt für die wichtige statistische Beratung.

Lebenslauf

Am 3o. Juli 1938 wurde ich als älteste Tochter des Landwirts Robert Burger und seiner Ehefrau Lisa, geb. Welte in Hüfingen geboren.
Am 31. Mai 1966 heiratete ich Hans-Peter Wilke, am 19. 6. 197o wurde unser Sohn Stefan geboren.
Nach dem Besuch der Volksschule war ich von 195o-1959 Schülerin des Fürstenberg-Gymnasiums in Donaueschingen. Es folgte das Studium der Humanmedizin an den Universitäten Freiburg, Heidelberg, Erlangen und Berlin, wo ich 1966 mein Staatsexamen bestand. Nach Ableistung der 2 jährigen Medizinalassistentenzeit in verschiedenen Kliniken in Berlin und in Zürich erhielt ich 1969 die Approbation als Ärztin. Seither bin ich als Wissenschaftliche Assistentin an der F.U. Berlin tätig, zunächst 6 Monate in der Abteilung für Anaesthesiologie, vom Juni 1969 bis Januar 1972 in der Neurochirurgischen Abteilung und seither in der Klinik für Neurologie und Psychiatrie I, wo ich bis zur Erlangung des Facharztes für Neurologie und Psychiatrie bleiben werde.